Revue générale

des Sciences

pures et appliquées

Fondateur : Louis OLIVIER (1890-1910) — Directeur : J.-P. LANGLOIS (1910-1923)

Directeur : Louis MANGIN, Membre de l'Institut, Directeur du Muséum national d'Histoire Naturelle

Adresser tout ce qui concerne la rédaction à M. Ch. DAUZATS, 8, place de l'Odéon, Paris,

CHRONIQUE ET CORRESPONDANCE

§ 1. — Nécrologie.

L'explorateur danois Olufsen.

En décembre 1929, est décédé, au Danemark, un éminent explorateur, Ole Olufsen, très érudit, qui fit d'importantes explorations dans diverses régions d'Asie et d'Afrique, et qui en a rapporté de fortes connaissances scientifiques. Entré de bonne heure dans l'armée danoise où il avait le grade de lieutenant, il s'était consacré surtout à toutes les questions se rattachant aux sujets géographiques. Il s'est livré à de grandes études touchant surtout à la topographie, la climatologie, la météorologie et l'ethnographie, dans diverses grandes villes, à Copenhague d'abord, puis à Berlin, Londres et Paris.

Olufsen dirigea deux grandes explorations dans les Pamirs en 1896-1897 et en 1898-1899, et il fit de périlleux trajets à travers les hauts plateaux; il était accompagné d'un autre officier danois, Filipsen. Les deux voyageurs ont rapporté de riches collections scientifiques. Ils y ont découvert une peuplade de très petite taille, et ils ont constaté que les animaux domestiques étaient également très petits; ils ont attribué cette restriction de taille à l'extrême pauvreté de l'alimentation dans ces régions montagneuses. La relation du voyage a été accompagnée d'une carte au 1/210.000 du cours de Pendj et d'une liste de 27 positions astronomiques. En 1900, Olufsen voyagea en Perse et au Canada. De grandes études furent faites sur les pays-bas de la Transcaspienne.

Ce fut ensuite en Afrique que se portèrent les voyages d'Olufsen. En 1912, il se rendit au Sahara et en 1919 en Tunisie. En 1922-1923, il fit partie d'une mission d'études scientifiques dont le but fut d'étudier en détail la géologie, le climat et la végétation du Sahara septentrional et particulièrement dans le massif montagneux du Hoggar. La Société de géographie de Paris décerna en 1924 une médaille d'or au professeur Olufsen pour ses grands voyages.

En 1927, une nouvelle importante mission d'études scientifiques fut accomplie par lui, avec deux de ses compatriotes, un géologue et un médecin botaniste, en Afrique Occidentale Française et en Nigéria. Le but en était d'étudier la faune et la flore de ces régions et de rapporter beaucoup d'objets pour les musées botaniques et zoologiques de Copenhague. De sérieuses études furent faites aussi sur les Touareg. Comme exemple, on peut citer entre autres que la mission a rapporté 1.500 petits oiseaux. Le professeur Olufsen a publié un très grand nombre d'ouvrages relatifs à ses expéditions scientifiques. Il est décédé à l'âge de soixante-quatre ans, n'ayant pu se rétablir de blessures reçues au cours de son dernier voyage. Et il projetait encore une nouvelle expédition.

G. Regelsperger.

§ 2. — Art de l'Ingénieur.

L'aviation intercontinentale.

Nous avons sous les yeux l'étude fort bien documentée d'un publiciste espagnol sur l'aviation à partir de Séville comme tête de ligne : pour qui connaît l'importance que l'Espagne attache actuellement à l'aviation, il y a matière à réflexions.

Actuellement, un service aéropostal France-Amérique du Sud fonctionne comme il suit : Toulouse-

Casablanca en avion, 1.850 kilomètres en 13 heures; Casablanca-Saint-Louis-du-Sénégal, avion, 2.850 km. en un jour et demi; Saint-Louis aux îles du Cap-Vert, hydravion, 800 km., 6 h. 1/2: Cap-Vert à l'île Fernando-de-Noronha, en bateau, 2.200 km., 3 jours; Fernando-de-Noronha à Recife, hydravion, 1.950 km., 14 heures; Rio à Buenos-Ayres, avion, 2.100 km., 15 heures.

L'auteur note que Paris centralise le trafic : Londres - Paris, Amsterdam-Paris, Malmö - Copenhague-Hambourg-Cologne-Paris; que Berlin est le centre des lignes Moscou-Berlin, Varsovie-Berlin, Constantinople-Berlin; que de Rome partent les lignes de Constantinople, de Grèce, de Suisse.

Il y a donc lieu pour l'Espagne, dit-il, grâce à ses lignes Barcelone-Madrid-Séville et Biarritz-Madrid-Séville, de créer une tête de ligne pour l'Amérique à Séville, qui doit être l'aéroport des lignes Europe-Amérique : Séville doit en effet être regardé comme merveilleusement placée pour assurer des communications entre les deux continents, qui iront en s'amplifiant de plus en plus.

Il ne s'agit pas ici d'un projet seulement. Il existe en Espagne une compagnie aérienne, la « Colon », qui se propose d'établir une ligne directe de dirigeables de Séville à Buenos-Aires : le voyage d'un Zeppelin autour du monde aurait montré qu'on peut actuellement y parvenir, ainsi que divers voyages d'essais organisés par la « Luft Hansa ». Il en est résulté que la construction d'un aéroport à Séville a été décidée et se trouve actuellement en voie d'exécution.

En matière d'aviation, l'opinion espagnole semble avoir été vivement frappée par la visite à Barcelone du navire porte-avion anglais « Argus » qui accompagnait les flottilles V et VI de contre-torpilleurs. L'histoire de l' « Argus » est assez curieuse. Il était en construction pour une Compagnie italienne en 1916, quand le Gouvernement anglais en fit l'acquisition pour en faire un porte-avions et le modifia plusieurs fois à cet effet de 1916 à 1918. Actuellement, il répond parfaitement aux services qu'on en attend, avec l'immense plate-forme qui le recouvre de bout en bout : il a en effet 172 mètres de long; il déplace 14.700 tonnes et développe 20.000 HP.

B. M.

***

Les matériaux calorifuges et leur emploi dans l'industrie.

Etant donnée l'importance croissante du problème de l'isolation thermique, problème qui ne se pose d'ailleurs pas seulement dans l'industrie, mais aussi dans les installations privées de chauffage, et dans la construction des immeubles, de nombreuses études ont été consacrées à l'utilisation rationnelle des matériaux calorifuges, tandis que les fabricants mettaient au point de nouveaux matériaux susceptibles d'améliorer les résultats, tout en étant d'un emploi facile.

Les matériaux calorifuges sont, par définition, des corps à conductibilité thermique très faible, mais pouvant résister sans fondre ni se détériorer, à des températures élevées et à des variations brusques de température.

La caractéristique essentielle d'un calorifuge est son coefficient de conductibilité thermique, coefficient que l'on évalue par la quantité de grandes calories écoulées en une heure par mètre carré de surface d'une paroi de un mètre d'épaisseur, et par degré centigrade de différence de température entre les deux faces de la paroi. Ce coefficient, qui peut dépasser 200 ou 300 pour les matériaux bons conducteurs de la chaleur, doit être très inférieur à l'unité pour les matériaux calorifuges; pour ceux-ci, il se trouve généralement compris entre 0,02 et 0,15, le meilleur des matériaux calorifuges étant l'air (0,02). Si une faible densité, due à ce que la matière considérée contient un grand nombre de petites cellules remplies d'air, entraîne un faible coefficient de conductibilité, elle est, d'autre part, avantageuse en ce qu'elle permet de ne pas surcharger, outre mesure, les canalisations qu'il s'agit de calorifuger.

Indépendamment de ces qualités, les matériaux calorifuges doivent être incombustibles, aux températures auxquelles ils sont utilisés, imputrescibles et capables de résister aux agents destructeurs chimiques (tels que vapeurs, acides) ou physiques (tels que trépidations et chocs avec lesquels il faut toujours compter dans une installation industrielle.

Les principaux matériaux calorifuges employés actuellement, sont le kieselguhr ou silice fossile, la magnésie, l'amiante et la cellulose, ce dernier corps étant utilisé sous des formes extrêmement variées : liège, sciure de bois, laine, bourre de soie, etc... Il faut ajouter à cette liste des matériaux plus récents tels que le béton cellulaire, obtenu en gâchant du mortier de ciment avec une mousse, le verre filé qui a permis d'obtenir certains calorifuges à coefficient de conductibilité très réduit (0,03) et la laine de scorie, obtenue par injection d'air comprimé ou de vapeur dans les coulées de scories métallurgiques.

Pratiquement, les divers matériaux calorifuges sont utilisés seuls ou en combinaison, sous des formes assez diverses variant d'ailleurs avec les maisons spécialisées dans les travaux de ce genre et les caractéristiques des installations : cordes et bourrelets isolants, plaques, coquilles, briques agglomérées, enduits isolants, etc... D'ailleurs, il arrive fréquemment que pour une même isolation, on utilise simultanément plusieurs types de matériaux en couches successives.

Les enduits calorifuges sont le plus souvent à base de kieselguhr ou terre d'infusoires, roche silicieuse pulvérulente, provenant de la fossilisation d'animaux microscopiques de l'époque tertiaire, les diatomées. Le kieselguhr se trouve dans le sous-sol en gisements importants; il en existe quelques-uns en France, mais les principaux se trouvent en Algérie. La densité de cette roche peu descendre jusqu'à 0,115, mais sa porosité peut encore être augmentée par calcination à une température d'environ 600°. Pour l'exécution des enduits calorifuges, le kieselguhr n'a pas une

plasticité suffisante pour être utilisé seul, et on doit lui adjoindre une matière liante qui est le plus souvent constituée par des fibres d'amiante; le mélange de kieselguhr et d'amiante se gâche avec de l'eau et s'applique en couches minces superposées sur la paroi à calorifuger.

Le kieselguhr se prête également à la fabrication des produits agglomérés, tels que briques, panneaux, blocs, coquilles, que l'on cuit à température élevée (1.000°). Il permet de réaliser toute une gamme de produits dont le coefficient de conductibilité varie de 0,05 à 0,12; parfois, on diminue la densité des agglomérés en ajoutant à la pâte de petits éléments de liège qui se consument pendant la cuisson.

La magnésie, employée sous forme de carbonate de magnésie, permet de constituer d'excellentes isolations, son coefficient de conductibilité n'étant que de 0,04; mais ce corps ne peut guère être employé pour les températures supérieures à 300°.

L'amiante n'est qu'un calorifuge fort médiocre mais elle est avantageusement employée avec d'autres calorifuges dans des compositions où elle joue un rôle de liant ou d'armature, elle est particulièrement intéressante par sa résistance aux températures élevées.

Le liège aggloméré, qui est très utilisé comme isolant dans la construction et dans l'industrie frigorifique, ne peut guère être employé au delà de 120°, sous peine de le voir se calciner et se pulvériser; il ne peut donc rendre de services que pour l'isolation des conduites d'eau chaude et de vapeur à basse pression; il est présenté généralement sous forme de panneaux ou de coquilles, dont l'agglomération est obtenue soit avec un agglomérant (brai ou caséate de chaux) soit par simple compression.

Les cordes calorifuges sont constituées par des tresses de jute, pour les basses températures, avec insertion de liège granulé ou de terre d'infusoires; quant aux bourrelets de soie, ils sont surtout utilisés dans les installations de chauffage central.

Le béton cellulaire se prête à l'obtention de toute une gamme de densités, et, par conséquent, de coefficients de conductibilité; on peut faire varier sa densité de 0,9 à 0,3, à cette dernière correspond un coefficient de conductibilité de 0,06.

Pour réaliser une isolation thermique efficace, il faut tout d'abord faire un choix rationnel parmi les matériaux calorifuges que nous venons de passer en revue, choix pour lequel il faut se guider non seulement sur des considérations de conductibilité thermique et de densité, mais aussi sur celles de résistance à la chaleur, aux variations de température, et aux agents destructeurs. D'autre part, le calcul de l'isolation doit être conduit différemment suivant qu'il s'agit de surfaces planes ou de tuyaux; dans ce dernier cas, en effet, il importe de ne pas considérer seulement l'épaisseur de la couche isolante, mais aussi l'augmentation de diamètre, résultant de l'épaisseur de cette couche. En considérant simultanément ces facteurs, on peut d'ailleurs se rendre compte que l'isolation n'est pas toujours intéressante. C'est ainsi que dans le cas de toutes petites conduites à haute température, l'adjonction d'un calorifuge peut augmenter la perte de chaleur du fait de la plus grande surface offerte au refroidissement. Ceux qui, veulent réaliser d'une manière empirique une isolation thermique commettent d'ailleurs fréquemment une erreur de même genre, en se contentant de mesurer la température extérieure du revêtement, sans tenir compte du diamètre.

En réalité, le calcul d'un calorifugeage doit être fait avec précision, en tenant compte, non seulement des caractéristiques de la matière ou des matières employées, mais aussi du débit de vapeur, des chutes successives de températures, et surtout, de la valeur de la calorie, valeur qui est loin d'être la même en tous les points d'un cycle thermique. C'est ainsi que dans le cas d'une conduite de vapeur surchauffée, la perte de chaleur, en abaissant la température, diminue le rendement de la turbine; de telle sorte que les calories perdues de cette manière ont une valeur très supérieure à la valeur moyenne des calories sortant de la chaudière. De telles considérations ont conduit à envisager une nouvelle notion, celle « d'épaisseur économique du calorifuge » qui se calcule d'après les données générales du problème : prix du calorifuge, valeur de la calorie, diamètre du tuyau, diamètre de l'enveloppe calorifuge, coefficient de transmission, coefficient de conviction, etc...

Mais de toute manière, il y a toujours avantage à utiliser des calorifuges à coefficient de conductibilité très faible et une enveloppe, même très épaisse, en matière calorifuge de qualité inférieure est toujours moins efficace qu'une enveloppe d'un calorifuge à faible coefficient de conductibilité thermique.

Il s'agit là, comme on le voit de problèmes assez complexes.

L. P.

§ 3. — Géographie.

Le Canal de Suez en 1929.

L'inauguration récente du monument commémoratif de la défense du canal maritime de Suez vient d'attirer l'attention sur cette célèbre entreprise qui est une des gloires du génie français, et, puisque nous venons d'être mis au courant des renseignements statistiques concernant l'année 1929 par un Bulletin décadaire récent, nous en extrayons quelques chiffres.

Le tonnage net ayant transité par le canal, en 1929, a été de 33.466.014 tonnes. Le pavillon britannique arrive en tête avec 19.114.282 tonnes, puis les pavillons néerlandais, 3.944.416 tonnes, allemand 3.455.402 tonnes, français 2.165.511, italien 1.524.890; enfin japonais, américain, norvégien...

En 1928, le tonnage net total avait été de 31.905.902 tonnes, le pavillon britannique arrivait, comme d'habitude, en tête, les autres nations occupaient le même rang qu'en 1929.

Au point de vue de la répartition des navires, signalons :

Tirant d'eau : 5.880 traversées de navires ayant un tirant d'eau inférieur ou égal à 8 m. 53;

394 traversées de navires ayant un tirant d'eau compris entre 8 m. 54 et 9 m. 75 [1];

Au total : 6.274 traversées.

Longueur : 5.712 traversées de navires ayant jusqu'à 150 mètres de longueur;

560 traversées de navires ayant de 150 à 200 mètres :

2 traversées de navires ayant plus de 200 mètres;

Soit : 6.274 traversées.

Largeur : 5.031 traversées de navires ayant jusqu'à 18 mètres de largeur;

1.197 traversées de navires ayant de 18 à 22 mètres;

46 traversées de navires ayant plus de 22 mètres.

Durée moyenne de la marche effective et du séjour total des navires dans le canal en 1929 :

1° 54,6 p. cent des navires ont effectué la traversée en moins de 14 heures;

2° 30,8 p. cent des navires ont effectué la traversée en 14 h. 1 m. à 18 heures;

3° 14,6 p. cent des navires ont effectué la traversée en plus de 18 heures.

Dans le premier groupe, la marche effective moyenne a été de 11 h. 24 m., et le séjour total moyen de 12 h. 12 m., la vitesse moyenne effective, 14 kilomètres à l'heure, n'est devenue possible qu'à la suite de l'élargissement du canal, qui permet aux bateaux de se croiser sans se garer, et à l'empierrement des berges.

M. R.

§ 4. — Agriculture.

Importance de la culture du théier dans les Indes Néerlandaises.

La culture du théier est dirigée de plus en plus, aux Indes néerlandaises, par les spécialistes de l'« Institut de recherches pour le thé » de Buitenzorg dont J. J. B. Deuss est le directeur [2].

Cet institut dispose d'un personnel scientifique et de laboratoires parfaitement aménagés permettant de poursuivre les études suivantes :

a) Sélection des races pures de théiers et de théiers gros producteurs;

b) Etude de l'application des engrais, de la cueillette, de la taille du théier, du travail du sol, etc.;

c) Etude des terres, exigeant des milliers d'analyses. Jusqu'à présent près de 9.000 échantillons de terres ont été examinés pour la culture du théier;

d) Etude des maladies cryptogamiques et des insectes occasionnant des dégâts dans les plantations;

e) Etude de la fabrication et des réactions chimiques qui se poursuivent dans la préparation des thés noirs.

Quels sont les résultats obtenus?

On compte actuellement : 269 plantations occupant une superficie de 400.000 hectares et à Sumatra 26 plantations couvrant une surface de 67.140 hectares; ces chiffres se rapportent à 1927. La production totale, correspondante, fut de 43.467 tonnes à Java et de 8.368 tonnes à Sumatra. Ce sont ces fortes productions qui placent les Indes Néerlandaises au troisième rang des pays exportateurs (après les Indes anglaises et Ceylan et avant la Chine).

D'ailleurs les procédés scientifiques d'exploitations ont permis de relever les rendements d'une façon considérable. Telle plantation qui ne produisait jadis que 200 kg. à l'hectare rend aujourd'hui 750 à 800 kilogs à l'hectare.

La préparation du thé dans les fabriques est soumise à un contrôle rigoureux; de plus en plus on adopte dans les usines des appareils enregistreurs de température et d'humidité; ainsi avant d'empaqueter le thé à exporter en Europe on détermine sa teneur en eau. Il est évident qu'une récolte qui représente plus de 71 millions de florins aux exportations (1926) mérite que l'on y prête une sérieuse attention.

Disons pour terminer que le théier est cultivé à Java surtout dans la partie occidentale et l'on y rencontre cet arbuste jusqu'à 2.000 m. d'altitude sur les pentes des volcans.

Dans notre colonie voisine, l'Indochine, des plantation de théiers sont en voie de prochaine production dans les régions montagneuses d'Annam; certaines plantations semblent même donner des thés de qualité excellente; l'exemple de Java est là pour montrer qu'avec de la persévérance dans l'effort on peut obtenir des rendements très rémunérateurs.

M. R.

1. Maximum autorisé, 9 m. 75.
2. *Bull. Soc. belge d'Etudes et d'Expansion*, XII, 1929.

MUTATIONS ÉVOLUTIVES ET TRANSFORMISME

Les observations qu'on va lire sont la suite et le complément naturels de deux articles que je consacrai jadis, dans cette Revue (Nos 17 et 18 des 15 et 30 septembre 1912), à la variabilité et à l'évolution des êtres vivants. Je crois rendre ces observations plus claires et leur donner un intérêt plus vif en rappelant ici, d'un trait rapide, les idées et les faits essentiels présentés dans les deux articles.

La variabilité des espèces, écrivais-je alors, n'est mise en doute par personne; peu importe qu'on l'attribue à l'influence du milieu suivant la doctrine de Lamarck, ou par une réaction des plasmas générateurs comme l'admettent les néo-darwiniens, elle est un fait qu'on ne saurait contester puisqu'on la voit continuellement se produire sous nos yeux. Mais la variabilité des espèces n'a pas nécessairement pour corollaire leur transformation évolutive; qu'elle se manifeste brusquement sous la forme de *mutations*, ou peu à peu, en progrès lents, par des *fluctuations* apparentes légères, elle semble se borner à des changements restreints qui ne font pas sortir les êtres du cadre de leur espèce; elle produit des races locales, des variétés, parfois ce que l'on apelle depuis Jordan des « petites espèces », mais oscille autour d'un type spécifique sans paraître le quitter; il y a changement sans évolution ni transformation du type. C'est ce que l'on constate à l'ordinaire et ce qui explique la résistance de certains esprits aux idées évolutionnistes.

On pourrait objecter à ces esprits que certaines variations passent dans le patrimoine héréditaire, — qu'elles étendent ainsi le domaine de l'espèce, — que, par là, ce domaine peut, au cours des générations successives, s'enrichir de variations héréditaires nouvelles, et se transformer de la sorte en un type spécifique nouveau qui lui-même, par une voie semblable, pourra se transformer à son tour. Cette hypothèse n'a rien que de très vraisemblable et correspond sans doute à la réalité, mais elle n'en est pas moins une hypothèse et risque de ne pas émouvoir beaucoup — ceux qui veulent voir pour croire, c'est-à-dire les esprits hostiles à l'idée transformiste. J'en dirai autant des lumières jetées sur l'évolution par l'étude comparative des êtres vivants et des fossiles, ou par l'histoire embryogénique des animaux et des plantes; ce sont des lumières qui ont fait naître les idées transformistes et les justifient parfaitement, mais

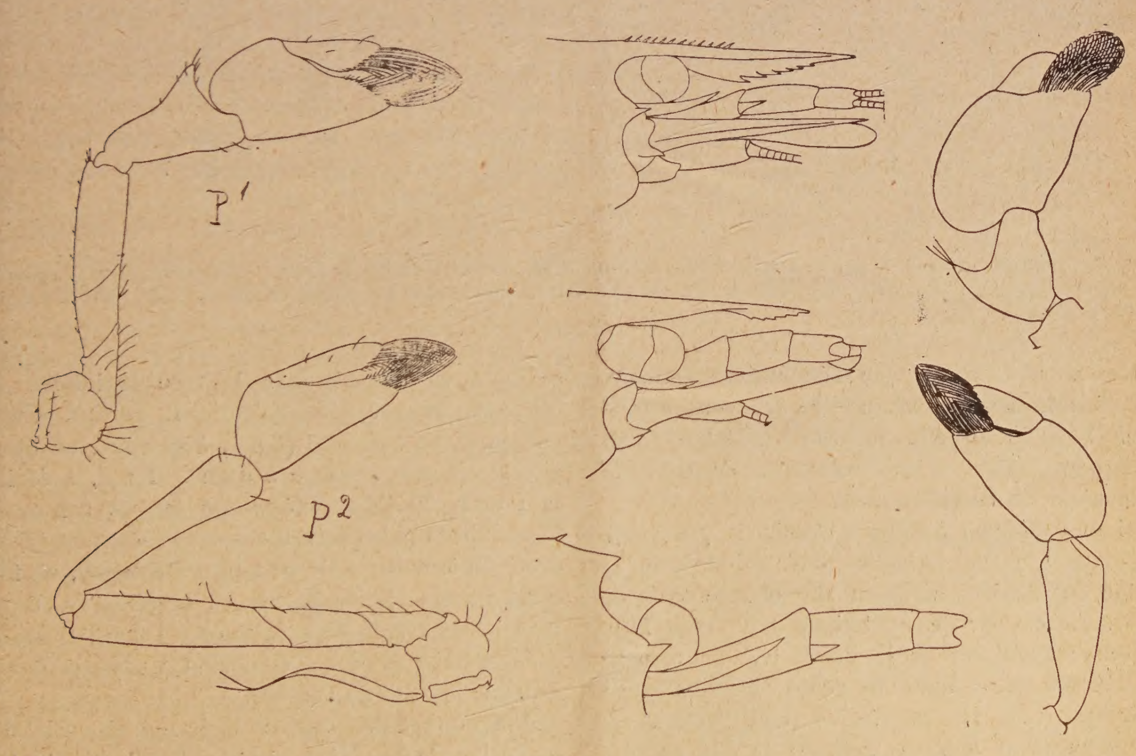


Fig. 1. — Variabilité du *Caridina brevirostris*.

Au centre, partie antérieure du céphalothorax avec appendices (remarquer surtout les extrêmes variations du rostre); — à gauche, pattes des deux paires antérieures quand elles sont du type caridinien normal; — à droite, les mêmes dans un exemplaire à tendance ortmanienne.

qui ne donnent point la preuve palpable et évidente de l'évolution des êtres par la voie de transformations.

Où trouver cette preuve, en dehors de toute hypothèse, si ce n'est dans des mutations plus amples que celles constatées d'ordinaire, dans des mutations capables de faire franchir à l'individu un important degré de l'échelle vitale, un degré spécifique ou même un plus élevé? Toutes les espèces ne sont pas en voie d'évolution apparente, mais il suffira que certaines se trouvent actuellement au point où elles subissent de telles mutations pour qu'on puisse constater, *de visu*, le phénomène du transformisme.

J'ai eu la bonne fortune d'établir, il y a vingt-cinq ans, que les crevettes d'eau douce de la famille des Atyidés subissent des changements de cette sorte et, par des mutations évolutives, franchissent actuellement la limite de leur genre pour s'établir et rester dans le genre immédiatement supérieur. Cela ne se réalise point partout ni tout d'un coup dans le groupe; la plupart des Atyidés ne subissent que des variations légères, mais certains autres sont manifestement en voie de transformation intense et nous conduisent, par degrés, à de larges phénomènes d'évolution.

Dans une espèce des Seychelles, le *Caridina brevirostris* Stimpson, la variabilité est extraordinaire (fig.1) et frappe simultanément presque toutes les parties du corps; j'ai soumis à un examen minutieux près de 4.000 individus de cette espèce et chacun d'eux semblait être le représentant d'une race ou d'une variété propre. Les pinces, notamment, subissent des variations étonnantes, mais toujours en restant dans le type caridinien où celles de la première paire sont portées seules sur un carpe échancré (fig. 1, à gauche), on dirait que la crevette s'essaye à gagner (fig. 1, à droite) la forme générique *Ortmannia* où les carpes de la deuxième paire présentent également une échancrure antérieure; mais ce type ortmannien, en fait, n'est jamais réalisé par le *C. brevirostris*. Il y a bien ici explosion de caractères, ce que j'ai appelé *variabilité explosive*, l'explosion n'aboutit pas à franchir le seuil de l'espèce.

Dans une autre espèce également à variabilité explosive, le *Caridina richtersi* Thallwitz, de l'Ile Maurice, l'examen de matériaux assez nombreux m'avait permis d'avancer que la mutation ortmannienne devait sûrement frapper quelques indivi-

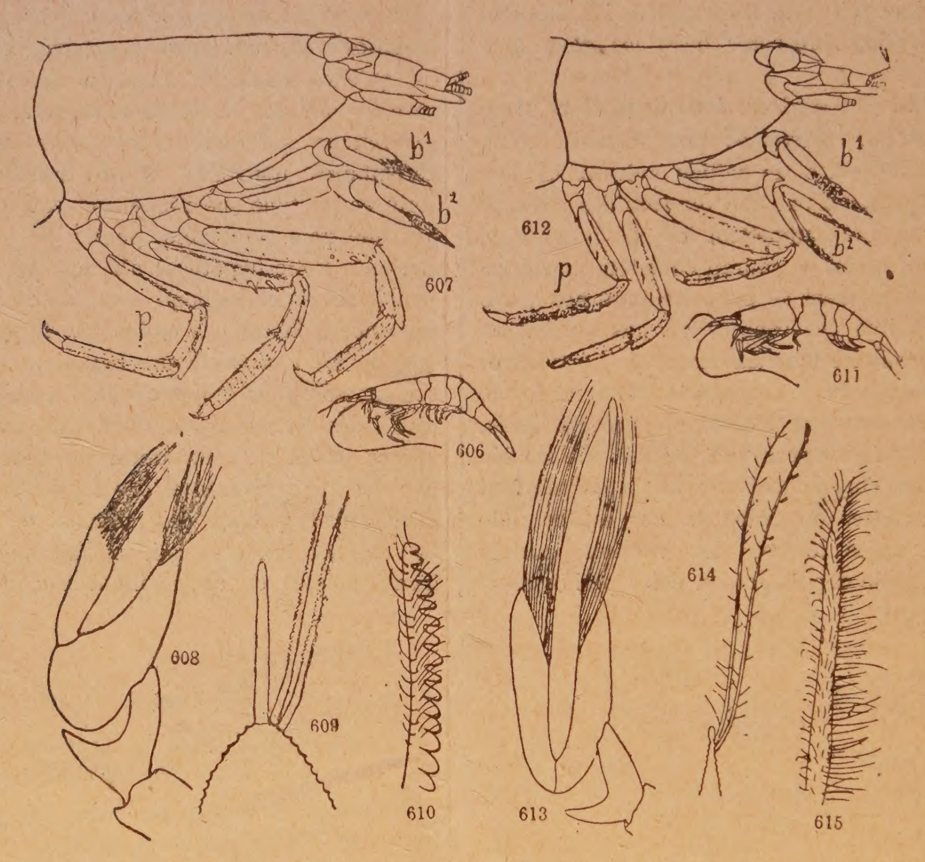


Fig. 2. — *Ortmannia alluaudi* (à gauche) et sa forme atyienne *Atya serrata* (à droite) grandeur naturelle (606, 611), céphalothorax avec ses appendices (607, 612), pince antérieure avec le bout du doigt et les poils très grossis et en bout (608 à 610 et 613 à 615).

dus, en petit nombre d'ailleurs; et je proposai le nom d'*Ortmannia edwardsi* pour le produit de cette mutation; on verra plus loin que l'expérience a parfaitement justifié cette hypothèse. Par une hypothèse analogue, vérifiée d'ailleurs à La Réunion par les expériences du regretté Bordage, je fus conduit à montrer que certains *Ortmannia*, transformant de fond en comble leurs pinces, et leurs carpes des pattes des deux paires antérieures (fig. 2, *Ortmannia* à gauche, *Atya* à droite), franchissent un nouveau degré supérieur et donnent naissance à des *Atya*. Il faut rappeler à ce sujet le résultat des éducations faites par Bordage[1] : les femelles d'*Ortmannia alluaudi* Bouv. donnent simultanément naissance à des individus de leur type et à des *Atya serrata* Sp. Bate, d'ailleurs en proportion très variable; mais le type *Atya* une fois réalisé, il n'y a pas de rétrogradation, les femelles d' *Atya serrata* ne donnent que des *Atya*, jamais d'*Ortmannia*.

Observations nouvelles sur les Atyidés et conclusions relatives à cette famille. — Voilà où en était la question lorsque je l'exposai en 1912 dans cette Revue. Depuis elle a pris une forme définitive grâce aux élevages de *Caridina richtersi* effectués à l'île Maurice par mon excellent collaborateur, M. A. Emmerez de Charmoy, Directeur du service entomologique de cette île.

Les élevages de *C. richtersi* sont plus rapides et plus faciles que ceux de l'*Ortm. alluaudi*; dans cette dernière espèce, en effet, les œufs sont de petite taille, par conséquent pauvres en vitellus, si bien que les individus qui en naissent doivent traverser des stades larvaires multiples avant d'atteindre la forme adulte; dans le *C. richtersi*, au contraire, l'évolution se produit presque totalement au sein de l'œuf, qui est volumineux, et le jeune naissant diffère très peu de la forme adulte qu'il réalise vite en passant par trois états successifs. Les produits d'élevage que me fit parvenir durant la guerre M. de Charmoy comprenaient cinq lots, à savoir : un de 17 jeunes provenant d'une femelle de *Caridina richtersi*, et quatre issus d'élevage effectués avec des femelles de la forme que j'avais appelée *Ortmannia edwardsi*. Voici les intéressantes observations auxquelles me conduisit l'examen minutieux de ces matériaux.

Je commençai par les jeunes issus d'une femelle de *Caridina richtersi*. Pour bien saisir la valeur démonstrative de cet examen, il faut savoir que la coloration de cette Caridine (comme celle de l'*Ortmannia edwardsi*, d'ailleurs) est extraordinairement variable, tantôt d'un bleu d'azur, tantôt rouge vif, tantôt noirâtre, tantôt panachée; on pourrait se croire en présence d'espèces différentes, et M. de Charmoy le pensait tout d'abord. Les 17 jeunes provenaient d'une femelle noirâtre et avaient *tous la même teinte que leur mère;* à l'heure actuelle, écrivais-je en 1925, ils ont encore cette teinte,

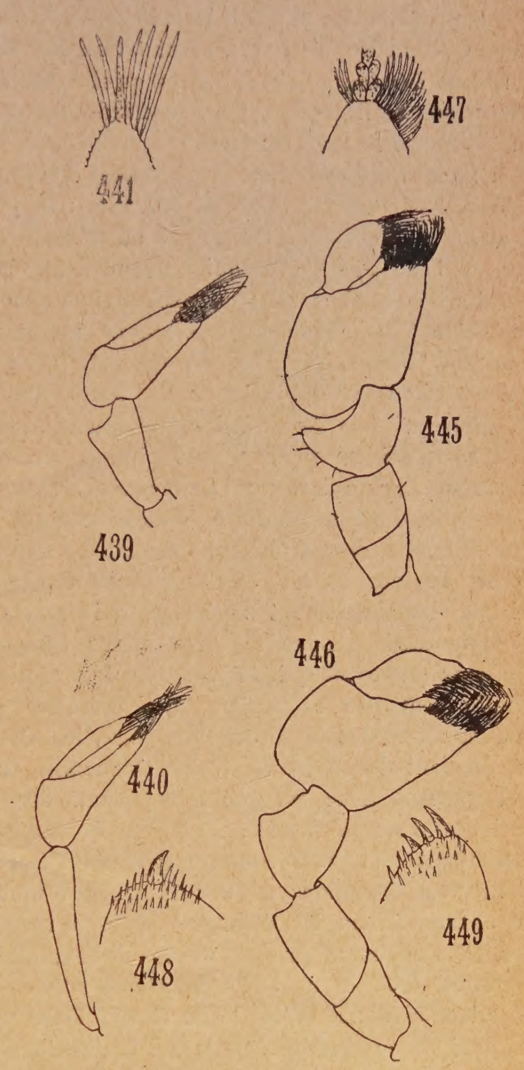


Fig. 3. — *Caridina richtersi* (à gauche) et sa forme ortmanienne *Ortmannia edwardsi* (à droite) : patte de la 1re paire, 439 et 445; patte de la 2e paire, 440 et 446; bout des doigts très grossi dans un adulte, 441 et 447; dans un jeune au 2e stade, 448 et 449.

bien que conservés dans l'alcool avec les collections du Muséum; mon savant Collègue, M. Gravier, qui en a maintenant la garde, pourra voir s'ils ont toujours cette couleur. Or, 16 de ces jeunes ont tous les caractères de l'espèce maternelle, *Caridina richtersi*, mais le 17e présente le type ortmannien le plus net et ressemble absolument, même pour les détails, aux jeunes d'*Ortmannia edwardsi* (fig. 3 : à gauche *Car. richtersi*, à droite *Ortm. edwardsi*). C'est la confirmation de l'hypothèse et l'extension à notre Caridine des

1. Ed. Bordage : Mutation et régénération typotypique chez certains Atyidés. (*Bull. scient. de France et Belgique*, vol. XLIII, 93-112, 1909).

observations de Bordage sur l'*Ortmannia alluaudi* : de même que les femelles de cette dernière espèce donnent simultanément des individus de leur type générique (*Ortmannia*) et du type immédiatement supérieur (*Atya*), — de même, celles de notre Caridine peuvent produire à la fois des individus caridiniens et des individus ortmanniens ; la seule différence c'est que la mutation bat son plein dans l'*Ortm. alluaudi*, alors qu'elle semble à ses débuts et ne donne que peu d'individus ortmanniens dans le *Car. richtersi*.

Non moins suggestifs sont les produits d'élevage donnés par les femelles d'*Ortm. edwardsi* : 18 jeunes au 1er stade, dans un lot, — 8 au 2e dans un autre, — 2 au 3e, — et 95 qui venaient d'acquérir les traits de l'adulte ; sauf un exemplairre provenant accidentellement de mélange, tous ces individus étaient des *Ortmannia edwardsi* typiques comme les mères dont ils étaient issus. De sorte que le *Car. richtersi*, une fois réalisée sa mutation en *Ortm. edwardsi*, ne retourne pas plus en arrière que l'*Atya serrata* issu de l'*Ortmannia alluaudi*.

Nous voici donc en présence de Crustacés qui, à l'heure actuelle, donnent simultanément des représentants de leur espèce et des formes du type générique immédiatement supérieur, qui franchissent d'un saut brusque le large hiatus compris entre deux genres et qui, ce saut une fois réalisé, ne retournent pas en arrière. Ces crevettes se transforment et évoluent sous nos yeux, les *Caridina* donnant des *Ortmannia*, les *Ortmannia* des *Atya*, gagnant ainsi par mutation, deux degrés génériques dans la famille. Brusques et amples, transformant d'un seul coup le type de l'espèce mutante, ces variations se distinguent des mutations et fluctuations, en ce qu'au lieu d'être irrégulières, elles obéissent aux lois mêmes de l'évolution du groupe, d'où le nom de *mutations évolutives* que je leur ai donné. C'est le 22 février 1904 que je révélai ce curieux processus à l'Académie des Sciences en signalant l'*Atya serrata* comme une production actuelle de l'*Ortmannia alluaudi* ; et c'est en 1912 que j'attirai pour la première fois l'attention sur les transformations analogues du *Caridina richtersi* en *Ortmannia edwardsi*.

A cause de leur amplitude extraordinaire, les mutations évolutives doivent exiger une très longue période d'incubation, je veux dire une influence longuement persistante du milieu sur l'espèce. Durant cette période, la réaction au milieu ne se traduit par aucun effet tangible, mais elle modifie lentement la nature de l'être et se manifeste tout à coup par des changements extérieurs profonds. Comme l'a dit Giard dans une conférence faite en Amérique le 21 septembre 1904, le caractère qui apparaît tout à coup dans une mutation « n'est que la manifestation d'un état qui a pu être très lentement préparé chez les ancêtres de l'individu où il apparaît. Pour obtenir une réaction chimique, pour faire virer la coloration d'un liquide, il faut souvent ajouter goutte à goutte le réactif, jusqu'au moment où, tout à coup, la réaction se produit et la coloration nouvelle apparaît. » Ainsi, sous la brusquerie des mutations, se manifeste l'influence lamarckienne, lente et sourde, exercée par le milieu sur l'organisme.

Mutation évolutive d'un papillon saturnoïde. — Tous les biologistes s'accordent pour trouver un vif intérêt dans ces curieux phénomènes, mais certains ne les envisagent pas comme évolutifs : dans l'intéressant ouvrage que M. Guyénot vient de consacrer à « *la Variation*, » ils apparaissent comme de simples produits de croisement; dans son livre sur « *la Genèse des espèces animales* », M. Cuénot opine dans le même sens, encore qu'il ne conteste pas la « *mutation atyienne* » de l'*Ortmannia alluaudi*. Cette hypothèse du croisement avait été rejetée à l'avance par M. Calman[1] et j'ai longuement exposé, dans une monographie récente[2], les faits et les raisons qui la rendent inacceptable. En tout cas, elle ne saurait expliquer les mutations de même nature que je viens de signaler à l'Académie des Sciences[3] chez un papillon saturnoïde, le *Syssphinx rubicunda* Fabr.

Le *S. rubicunda* (fig. 5) appartient à la famille des Cératocampidés qui est exclusivement américaine, et qui caractérise à un haut degré la faune entomologique d'Amérique, tant par ses représentants de taille médiocre ou petite, les *Anisota* et les *Syssphinx*, que par les grands, appelés « royaux » ou « impériaux », des genres *Eacles* et *Citheronia*. Les *Anisota* sont localisés dans l'est et le sud des Etats-Unis, représentés par dix espèces dont quelques-unes seulement se répandent jusqu'au Mexique. Les *Syssphinx* sont beaucoup plus nombreux et comptent pour le moins une centaine d'espèces; essentiellement tropicaux, ils pénètrent aux Etats-Unis avec trois de leurs représentants : les *S. bicolor* Harris et *S. bisecta* Lintner qui s'avancent jusque sous le degré Philadelphie-Columbus, et le *S. rubicunda* qui s'étend beaucoup plus loin vers le nord, atteignant la Nouvelle-Ecosse et le Nouveau Brunswick, c'est-à-dire l'embouchure même du fleuve Saint-Laurent. Au contraire des

1. W. T. Calman : The Researches of Bouvier and Bordage on Mutations in Crustacea of the Family Atyidæ (*Quat. Journ. micr. sc.*, vol. LV, 785-797 ; 1910).

2. E.-L. Bouvier : Crevettes d'eau douce de la famille des Ayidæ. 1925. — *La plupart des figures de l article sont empruntées à ce volume et en ont conservé les numéros.*

3. Id. Quelques observations sur les Papillons saturnoïdes de la famille des Cératocampidés (*C. R. Acad. des Sc.*, vol. XC, 552-555 ; 1930).

deux espèces précédentes qui se répandent dans les Etats-Unis du Sud, le *S. rubicunda* s'étend vers l'ouest où il atteint les Etats du Missouri et du Kansas, et beaucoup plus loin vers le nord que tous les Cératocampides. C'est d'ailleurs une espèce fort commune dont les chenilles sévissent parfois à l'état de fléau sur les Erables, notamment sur l'Erable à sucre, qu'elles dépouillent de leurs feuilles.

Les espèces les plus communes ne sont pas toujours les mieux connues, justement parce qu'on croit trop bien les connaître. Le *S. rubicunda* a

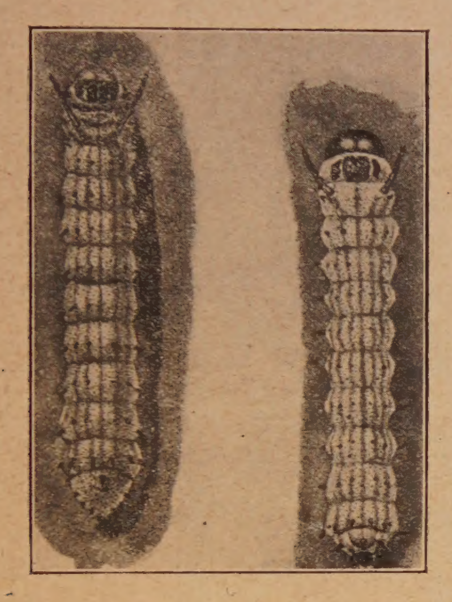


Fig. 4. — Chenilles de *rubicunda*. Adroite, chenille très jeune à gauche, chenille mère. C'est, jusque dans les menus détails, la structure et l'ornementation des chenilles du genre *Anisota* (d'après Packard).

été cent fois étudié et quantité de biologistes ont décrit ou figuré ses métamorphoses; pourtant nul n'avait, que je sache, aperçu le caractère et l'intérêt essentiels de cette espèce, à savoir, sa mutation évolutive qui la fait passer, au cours de la phase nymphale, du type *Anisota* le plus franc, à la forme *Syssphinx* la plus typique. Il ne suffit pas de regarder pour voir, mais ici, comme chez les Atyidés d'ailleurs, on ne pourrait voir sans d'abord exactement reconnaître les caractères distinctifs des genres étudiés !

Toutefois, en ce qui concerne le développement larvaire, c'est-à-dire les chenilles, ces différences étaient depuis longtemps bien connues; Lintner, dès 1864, avait fort exactement décrit les chenilles de *rubicunda*, et dans sa considérable monographie des Cératocampides publiée en 1905, Packard avait donné d'admirables représentations des larves de la famille aux divers stades, notamment des chenilles d'*Anisota* et de *Syssphinx*. Or ces chenilles diffèrent profondément par certaines des saillies qui s'élèvent en séries régulières à la surface de leurs téguments : dans les chenilles d'*Anisota*, une paire de saillies subdorsales s'élèvent en longues cornes sur le 2e segment thoracique et une paire plus réduite sur le 8e segment abdominal (fig. 4), — dans les *Syssphinx* (fig. 4 *bis*) l'armature antérieure des chenilles est singu-



Fig. 4 *bis*. — Chenille de *Syssphinx bicolor* au 2e stade (d'après Packard).

lièrement développée, avec deux paires de cornes sur chacun des 2e et 3e segments thoraciques, avec, sur le 8e segment de l'abdomen, une corne impaire dorsale, résultat de la fusion en une seule des deux saillies des *Anisota*. Cette corne impaire présente parfois une pointe bifide résultant d'une incomplète fusion; on la rencontre chez un grand nombre de Lépidoptères nocturnes, en particulier dans le ver à soie et dans toutes les chenilles des Sphingides. Notre *rubicunda* ne nous offre rien de semblable; par leurs cornes thoraciques et leurs saillies abdominales, les chenilles de cette espèce présentent, sans aucune exception, tous les traits des chenilles d'*Anisota*. Ainsi, pendant la durée complète de sa période larvaire, le *rubicunda* se montre parfait *Anisota*, et c'est pourquoi tous les biologistes l'ont désigné et le désignent encore sous le nom d'*Anisota rubicunda*.

Est-il encore *Anisota*, sous la forme adulte, c'est-à-dire à l'état de papillon? Pour tous les

zoologistes jusqu'ici, cela ne semblait nullement douteux. Sans doute, sa coloration blanc et rose (fig. 5, en haut) diffère beaucoup de celle des adultes d'*Anisota* (fig. 5, en bas), mais rien n'est plus trompeur que la coloration dans les espèces qui nous occupent, et je viens d'en avoir une preuve nouvelle en étudiant une espèce colombienne, le *Syssphinx appollinairei,* qui ressemble d'une manière étonnante à *rubicunda,* dont je le croyais fort voisin, laisse apercevoir entre les deux genres des différences profondes dans la structure de la tête, dans celle des pattes antérieures et, chez les mâles, dans l'armature sexuelle.

Au premier coup d'œil, la tête des *Anisota* se distingue de celle des *Syssphinx* par l'étendue et la forme du front, c'est-à-dire de l'espace facial compris entre les deux yeux. Cette face est trapézoïdale dans les *Anisota,* à peu près aussi large


Fig. 5.– En bas une femelle d'Anisota stigma, en haut, un mâle de rubicunda. (D'après nature)

et qui pourtant présente une armature sexuelle d'un tout autre type. Et puis, dès 1865, l'entomologiste Grote (*Proc. ent. Soc. Philadelphia;* IV, 223) n'écrivait-il point qu'entre *rubicunda* et les *Anisota,* il « n'avait pu observer de différences de structure dans la tête, les pièces buccales et le thorax », en dépit de la coloration différente? D'ailleurs il suffit de jeter un coup d'œil sur le grand travail de Packard pour avoir le sentiment qu'on était incapable de fixer les caractères qui distinguent les *Syssphinx* des *Anisota* : Packard indique bien comme trait propre au premier genre l'avance du thorax au-dessus de la tête (d'où le nom d'*Adocephal* donné par Herrick Schäffer aux *Syssphinx*), mais la moindre pratique montre que cette distinction, par rapport aux *Anisota,* est purement illusoire.

Par contre, une recherche un peu attentive que la saillie des yeux, même sur son bord inférieur (bord buccal) qui est plus court que le supérieur; une fois les poils du front enlevés, ce bord apparaît presque droit et très légèrement infléchi en avant (fig. 6, en haut, à droite). Chez les *Syssphinx* (fig. 6, en haut, à gauche) au contraire, la face est en triangle exigu, bien plus étroit que la saillie des yeux, surtout à son bord inférieur qui représente la pointe du triangle. Cette pointe se termine par un petit lobe dirigé en avant, tantôt perpendiculaire à la face et en forte saillie sur elle, tantôt plus réduit et oblique; on observe tous les passages entre les deux extrêmes.

Plus frappantes et plus caractéristiques sont les différences que présentent les pattes antérieures. Dans les *Anisota* (fig. 6, au milieu, à droite), le

tibia est sensiblement plus court que le tarse, armé en dehors à son bout distal d'une forte épine qui égale à peu près en longueur la moitié du 1er article tarsien, en dedans d'une épine beaucoup plus réduite. En dessous, chez le mâle, il présente en saillie une grande épiphyse articulée à sa base, plus ou moins ovalaire et égale environ aux deux tiers de l'article; chez la femelle, cette épiphyse est rudimentaire, cachée sous les poils, peu facile à déceler et peut-être même parfois absente[1]. — Par contre, chez les *Syssphinx* (fig. 6, au milieu à gauche) le même tibia est à peu près de la longueur du tarse, absolument dépourvu d'épines et muni d'une épiphyse bien développée dans les deux sexes quoique, d'ordinaire, un peu réduite chez la femelle.

Quant à l'armature sexuelle du mâle, elle est très constante chez les *Anisota*, extraordinairement variée dans les *Syssphinx* où elle donne des caractères spécifiques de premier ordre. — Celle des *Anisota* se distingue essentiellement par son *uncus* (qui représente le tergite du 10e segment abdominal) et par sa pince dont les deux branches, ou *claspers*, semblent être les appendices du 9e segment. Etranglé à sa base, l'uncus (fig. 6, en bas, à droite) se termine par deux puissants lobes noirs qui divergent plus ou moins, et s'infléchissent vers le bas; quant aux claspers, ils sont largement dilatés à leur base où ils se rencontrent longuement en dessous et parfois y chevauchent l'un sur l'autre, ce qui tient au développement de leur 3e lobe, lequel se fusionne avec le reste de la base, parfois distingué de celle-ci par un léger sillon. Chez les *Syssphinx*, on peut observer un uncus semblable parmi les nombreuses formes que présente l'organe; mais les claspers sont dépourvus du 3e lobe ou quand ce lobe existe, il est réduit à une languette basale parfois terminée en épine (fig. 7, e, é); jamais les claspers ne se rencontrent largement et longuement en dessous comme chez les *Anisota*.

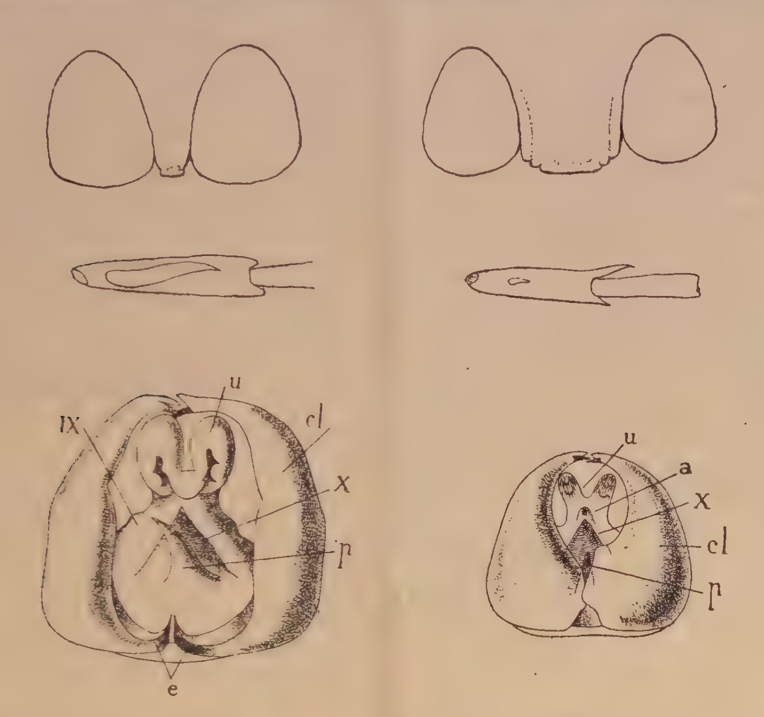


Fig. 6. — Le front avec les yeux (en haut), tibia des pattes antérieures de la femelle (au milieu), armature sexuelle du mâle (en bas) chez un *Syssphinx* (à gauche) et un *Anisota* (à droite). Le tibia est vu en dessous pour montrer son épiphyse; l'armature du mâle est également vue en dessous : IX le 9e segment abdominal, *cl* branche droite ou clasper de la pince sexuelle, *u* uncus ou tergite du 10e segment, X sternite du 10e segment, *p* pénis, *a* tube anal. Les deux espèces figurées sont le *Syssphinx rubicunda* Fabr. et l'*Anisota dissimilis* Boisduval.

Où ranger maintenant notre *rubicunda*? Il a le front triangulaire (fig. 6, à gauche, en haut), lobé vers la bouche, ce lobe étant d'ailleurs médiocrement relevé comme dans beaucoup de *Syssphinx*, le tibia des pattes antérieures est à peu près de la longueur du tarse, complètement interne et muni dans les deux sexes d'une épiphyse bien saillante (fig. 6, au milieu à gauche). Et d'autre part, l'armature sexuelle du mâle (fig. 6, en bas à gauche) n'a rien de celle des *Anisota*; très curieuse d'ailleurs, elle s'ajoute comme un nouveau type aux types si nombreux et si variés des *Syssphinx*; l'uncus est surtout constitué par

1. Je ne l'avais pas entrevue quand je publiai ma note à Académie des Sciences.

deux lobes parallèles, presque contigus, parfaitement ovoïdes, d'un blanc grisâtre sur toute leur étendue, sauf du côté ventral où ils portent un petit ruban bidenté de chitine noire; les claspers, d'autre part, se continuent en dessous à leur base par un 3e lobe en ruban étroit qui s'élève en une petite épine noire au point où il arrive presque en contact avec le ruban du côté opposé. Ces deux épines rappellent en petit les grandes épines homologues qu'on observe dans les *Syssphinx cinerea* Schaus (fig. 7) et *flavidorsata* Dognin, très inégales dans la première de ces

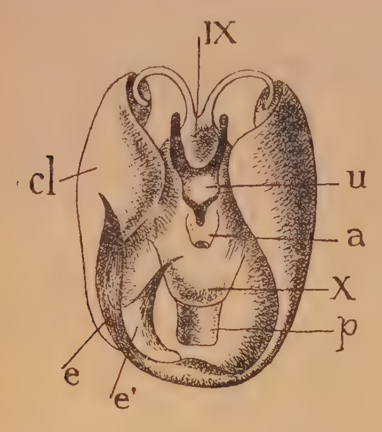


Fig.7.— *Syssphinx cinerea* Schaus. Armature sexuelle du mâle vue en dessous et en arrière. Lettres comme dans la figure : *e* longue épine en sabre prolongeant le 3e lobe du clasper gauche; *é* épine plus courte du clasper gauche ; le segment IX porte deux longues cornes jaunâtres recourbées, l'uncus deux cornes noires divergentes.

espèces égales et tout à fait semblables dans la seconde.

Evidemment, sous sa forme adulte, *rubicunda* est un pur *Syssphinx*, sans rien de commun avec les *Anisota*.

Voici donc une *espèce qui est pur* **Anisota** *sous sa forme larvaire, c'est-à-dire à l'état de chenille,* **Syssphinx** *non moins typique sous sa forme adulte c'est-à-dire à l'état de papillon.* Il y a eu saut brusque d'une forme à l'autre pendant la période intermédiaire qui est celle de pupe; extérieurement, les pupes de *Syssphinx* et d'*Anisota* paraissent tout à fait semblables, mais elles sont à coup sûr le siège de modifications internes bien différentes. En tous cas, ce travail interne a pour conséquence de faire passer brusquement l'insecte du genre *Anisota* au genre *Syssphinx*, c'est-à-dire de gagner un degré dans l'échelle ascendante de la famille. Il s'agit donc bien d'une mutation évolutive, d'une transformation large et brusque qui peut être actuellement observée partout aux Etats-Unis, dans l'aire immense où est répandu le *rubicunda*.

Ce qui caractérise les animaux en général, et bien plus les Insectes que tous les autres animaux, c'est leur forme définitive, celle d'adulte qu'ils ont acquise à la suite d'une longue évolution et qui marque le terme actuel de leur histoire; c'est pourquoi on les désigne toujours d'après les caractères de cette forme. En général, les formes successives au cours du développement embryonnaire ou larvaire rappellent des états primitifs et permettent, dans une certaine mesure, de reconstituer l'histoire ancienne du groupe ou de l'espèce, mais ne peuvent servir à nommer cette espèce ou ce groupe. Ainsi, notre *rubicunda* ne saurait être appelé un *Anisota* bien que ses chenilles soient purement anisotiennes; c'est un *Syssphinx* parce qu'il présente sous sa forme adulte tous les caractères des *Syssphinx*; mais avant d'acquérir cette forme, il était franc *Anisota*.

Deviendra-t-il plus tard un *Syssphinx* parfait, un *Syssphinx* présentant, sous la forme larvaire, tous les traits caractéristiques du genre? C'est probable, car ayant franchi le second pas dans son évolution syssphingienne il semble devoir franchir aussi le premier comme l'ont franchi tous les *Syssphinx* dont on connaît l'histoire totale depuis l'œuf jusqu'à l'adulte. Mais ce genre nous réserve sans doute des surprises : parmi la centaine d'espèces qu'il renferme, c'est tout au plus si l'on connaît l'histoire complète de dix, et il se peut que, parmi les autres, plusieurs se trouvent encore au stade intermédiaire de *rubicunda*, c'est-à-dire encore anisotiens sous la forme de chenilles. Quoi qu'il en soit, on est fixé désormais sur le sens de l'évolution chez les Cératocampides : contrairement à ce que suggérait Packard, ce n'est pas *Syssphinx* qu'il faut placer à l'origine de la famille, mais *Anisota*, et l'évolution cératocampidienne s'est à coup sûr produite par multiplication des cornes thoraciques des chenilles, fusion en une seule des deux saillies subdorsales du 8e segment abdominal, et, chez l'adulte, suppression complète des épines tibiales anisotiennes.

Conclusions générales. — Ces conclusions particulières à la famille sont accessoires en regard de celles qui résultent de la mutation évolutive observée chez le *Syssphinx rubicunda*. Cette transformation brusque rappelle les mutations évolutives des Atyidés et frappe comme elles l'individu au cours de son développement; mais son envergure est plus grande, complète même, alors que que —, chez les Atyidés —, un plus ou moins grand nombre d'individus échappent au phénomène, ce qui donna naissance à l'hypothèse du croisement. Avec *rubicunda* cette hypothèse n'aurait plus aucun sens ni le moindre fondement; tous les individus sont atteints par la mutation, et l'espèce,

au surplus, occupe de vastes espaces septentrionaux où jamais ne coexistent les *Syssphinx* et les *Anisota*. Ainsi, la mutation de *rubicunda* nous permet d'affirmer sans réserve et de constater *de visu* la réalité du transformisme. Sous nos yeux, durant le stade pupal, à la chenille anisotienne fait suite brusquement un *Syssphinx*.

Les mutations évolutives actuelles rendent évident le transformisme parce qu'elles sont d'une grande amplitude qui fait franchir un degré important, ou plusieurs, dans l'échelle des êtres; elles ont dû se produire autrefois comme elles se produisent encore aujourd'hui, et c'est par elles, sans doute, qu'on peut expliquer beaucoup des nombreux hiatus de la série animale et de la végétale. Etant donné qu'elles sont le brusque résultat d'une très longue influence sourde et lente du milieu sur les organismes, on doit croire que les familles ou les espèces qui les manifestent à l'heure actuelle ne sont pas très nombreuses, car il faut au milieu probablement des siècles pour les élaborer et le phénomène de la mutation ne peut se produire que lorsque cette élaboration lamarckienne a pris fin. Oui, sans doute, le phénomène est rare, et il le semble d'autant plus qu'on a une tendance singulière à le méconnaître en raison des grandes transformations qu'il provoque; mais sa rareté n'est certainement pas aussi grande qu'on a tendance à le supposer; je viens d'en citer deux exemples empruntés à deux groupes fort différents, on en trouvera d'autres qui s'ajouteront à ceux-ci pour mettre en pleine évidence la réalité du transformisme.

C'est d'ailleurs sous une nouvelle forme, la conclusion à laquelle j'avais été conduit lorsque j'abordai le même sujet, en 1912, dans la *Revue générale des Sciences*.

E. L. Bouvier,
Membre de l'Institut,
Professeur au Muséum.

Y A-T-IL DUALISME ENTRE LES CORPUSCULES ET LES ONDES?[1]

On a dit de l'œuvre de Fresnel qu'elle était la plus belle du XIXe siècle. A quoi a tenu ce succès considérable? Tout d'abord, Fresnel était profondément pénétré de cette pensée que les moyens employés par la nature étaient simples; puis, il avait l'intuition géniale qui lui faisait deviner les harmonies qui enchaînent les phénomènes et, enfin, sa puissante imagination créatrice était tempérée par une grande prudence, qui le conduisait à soumettre sans cesse les déductions tirées de ses idées au contrôle de l'expérience.

Et pourtant, pour aussi surprenant que cela puisse sembler, un siècle après la disparition du véritable créateur de l'optique, on en est arrivé à se poser la question de savoir si c'était à tort qu'il avait eu une foi si vive en la simplicité de la nature. Celle-ci serait-elle complexe? Fresnel aurait-il manqué de pénétration en ne prévoyant pas la présence de grains d'énergie, dans les ondulations de la lumière, et, inversement, les éminents physiciens, qui après lui ont introduit le concept simple de particule matérielle, auraient-ils omis de signaler qu'au déplacement d'une telle particule on devait obligatoirement associer la propagation d'une certaine onde?

Il est important que nous rappelions comment on a été conduit à localiser l'énergie d'une radiation, de fréquence ν, dans des corpuscules isolés que l'on désigne aujourd'hui sous le nom de photons et auxquels on a attribué une énergie $h\nu$ et une quantité de mouvement $\frac{h\nu}{c}$, expressions où h désigne la constante de M. Planck et c la vitesse de la lumière. Jusqu'en 1900, on avait pensé que, dans la nature, toutes les variations s'effectuaient d'une manière continue, conformément au vieil adage : *Natura non facit saltus*. Ce n'est donc pas sans surprise que l'on accueillit l'idée si féconde de M. Planck, d'après laquelle les atomes ne pouvaient émettre ou absorber de l'énergie que par quanta $h\nu$ proportionnels aux fréquences des rayonnements en cause, et, comme il était bien difficile de concevoir le processus suivant lequel ces phénomènes s'opéraient, on voit combien il pouvait être tentant d'admettre arbitrairement l'existence de concentrations d'énergie dans les ondes; en imaginant ensuite que ces grains d'énergie réagissaient de telle ou telle façon appropriée sur les particules matérielles, on devait parvenir à énoncer mathématiquement des lois physiques.

Une première application de cette méthode a été faite en 1905, par M. Einstein, à propos de l'effet photo-électrique. Lorsque la matière est soumise à une radiation de grande fréquence, elle émet des électrons, dont l'énergie individuelle ne

1. Exposé présenté, le 6 mai 1930, devant la Société scientifique de Bruxelles.

dépend en aucune façon de l'intensité du rayonnement incident, mais simplement de sa fréquence ν et c'est là le phénomène qu'il s'agissait d'expliquer. M. Einstein pensa pouvoir admettre que, lorsqu'un photon rencontrait un électron lié à un atome, il lui communiquait entièrement son énergie, de sorte que cet électron pouvait être extrait avec une vitesse v telle que :

$$(1) \qquad \frac{1}{2} mv^2 = h\nu - W.$$

C'est la loi photo-électrique, dans laquelle m représente la masse de l'électron et W le travail que celui-ci doit accomplir pour échapper à sa liaison; cette loi fut reconnue en bon accord avec les résultats expérimentaux.

Plus tard, en 1923, la sagacité des physiciens fut encore mise à l'épreuve par la découverte d'un fait nouveau : il s'agit du phénomène de Compton, qui consiste en une diffusion des rayons X comportant une augmentation de la période variable avec l'azimut d'observation. Indépendamment l'un de l'autre, MM. Compton et Debye en rendirent compte en l'attribuant à l'action de photons sur des électrons libres; toutefois, il n'est pas sans intérêt de signaler que, pour parvenir à ce résultat, il fallut abandonner l'idée que l'énergie des photons était intégralement transmise aux électrons pour recourir, au contraire, aux lois du choc. Dans ces conditions, ceux des électrons, qui sont intéressés par les collisions, se trouvent dispersés dans des orientations variables, avec des vitesses également variables, et, en ce qui concerne les photons, ils rebondissent convenablement modifiés pour obtenir une interprétation du phénomène qui nous occupe. Dans un azimut faisant un angle θ avec la direction de la propagation de la radiation incidente, la diffusion s'opère avec une augmentation de la période fournie par la formule :

$$(2) \qquad \Delta p = 2 \frac{h}{m_0 c^2} \sin^2 \frac{\theta}{2}.$$

Voilà, rapidement résumées, les considérations qui ont pu faire croire, à des physiciens contemporains, que la conception de Fresnel était insuffisante et laisser supposer qu'il y avait une crise et même une crise grave de l'optique ondulatoire. Mais nous devons maintenant porter notre attention sur un résultat expérimental obtenu tout récemment et qui présente un intérêt capital pour le développement de notre sujet : il s'agit du phénomène que l'on appelle, un peu improprement peut-être, la diffraction des électrons par les cristaux.

M. Maurice de Broglie a donné, dans les colonnes mêmes de la *Revue générale des Sciences* [1], un compte rendu frappant des expériences qui ont été faites par d'habiles expérimentateurs et qui montrent que, lorsqu'un flot d'électrons est dirigé sur un cristal, il intervient une onde, qui se trouve diffractée suivant les règles applicables aux rayons X et qui entraîne des électrons dans les directions privilégiées qui sont ainsi créées. Il apparaît d'ailleurs qu'il est aujourd'hui hors de doute que, si v désigne la vitesse des électrons du flot, la longueur de l'onde en cause a pour expression :

$$(3) \qquad l = \frac{h\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{m_0 v},$$

et que toute tentative d'interprétation du phénomène doit se trouver en accord quantitatif avec cette formule.

On aperçoit immédiatement que l'on peut être tenté de rechercher une explication de ce phénomène en admettant que le cristal utilisé n'intervient que pour diffracter l'onde et que celle-ci doit être considérée comme associée aux électrons avant qu'ils ne viennent heurter ce cristal. Ce point de vue est celui de la mécanique ondulatoire, dont les premières bases reposent sur les conceptions de M. Louis de Broglie et dont la doctrine générale est celle du double dualisme, d'une part, entre les photons et les ondes lumineuses, d'autre part, entre les particules matérielles et certaines ondes. Nous disons bien certaines ondes, car il ne s'agit en aucune façon d'ondes classiques de Fresnel et c'est ainsi que, pour parvenir à interpréter la diffraction des électrons dans le cadre de la mécanique ondulatoire, on est conduit à imaginer des ondes, de nature toute spéciale, qui se propagent avec la vitesse $\frac{c^2}{v}$, plus grande que celle de la lumière puisque la vitesse v des électrons est toujours inférieure à c.

On ne sera peut-être pas surpris de constater que le développement de ces idées a conduit aux difficultés les plus grandes. Déjà, dans l'article de M. Maurice de Broglie dont nous avons parlé plus haut, on a pu remarquer la prudence des conclusions que l'auteur a formulées dans les termes suivants :

« Les ondes nouvelles interviennent donc plutôt comme une sorte d'artifice de calcul, pour prévoir les trajectoires des électrons, que comme un nouveau phénomène physique; mais leur véritable nature ne pourra être éclaircie qu'au prix de nouveaux progrès dans la voie si originale qui vient d'être ouverte. »

1. N° du 15 février 1929.

D'ailleurs, si l'on veut être entièrement fixé sur les difficultés que comporte la thèse dualiste, le mieux est de se reporter aux suggestifs exposés de M. Louis de Broglie. On lira avec le plus grand intérêt : « Ondes et corpuscules dans la physique actuelle » et « Déterminisme et causalité dans la physique contemporaine »[1]. On reconnaîtra que, plus grand est le nombre des architectes qui s'efforcent de construire l'édifice, moins claires sont les solutions proposées. On en est arrivé à ne plus trop savoir ce que sont les corpuscules et les ondes et même à douter, provisoirement sans doute, que les phénomènes sont réglés par un déterminisme : il y aurait une sorte de libre arbitre dans la nature.

***

Il nous semble que, si Fresnel et Henri Poincaré étaient encore de ce monde, ils nous diraient que, lorsqu'une certaine interprétation de faits expérimentaux conduit à des apparences aussi compliquées, il faut l'abandonner et en rechercher une autre qui permette de faire apparaître la simplicité qui se dissimule sous la complexité.

Ce principe étant rappelé, nous ne saurions trop insister sur ce que la diffraction des électrons ne prouve en aucune façon que l'onde qu'elle fait intervenir doive être considérée avant le choc des électrons sur le cristal et, en conséquence, nous nous trouvons amené à examiner le processus suivant : l'onde est le résultat du choc, c'est une onde classique de Fresnel dont la vitesse est celle de la lumière, elle est diffractée comme s'il s'agissait de rayons X et, enfin, les électrons sont entraînés dans les directions suivant lesquelles se propagent les ondes diffractées. En soi, le phénomène de la diffraction n'est pas pour nous surprendre; il est bien connu, et, pour le surplus, que constatons-nous? D'abord, que des électrons en mouvement provoquent la formation d'une onde et, ensuite, que des ondes entraînent le mouvement d'électrons. Ces deux autres phénomènes sont évidemment inverses l'un de l'autre et constituent le nœud du problème qui nous occupe.

Arrivé à ce point de notre exposé, il convient que nous rappelions que M. Compton a lui-même remarqué que, dans le phénomène auquel son nom est attaché, tout se passait comme si les électrons diffuseurs se déplaçaient, dans la direction de la propagation de l'onde incidente, avec une vitesse en tel rapport avec la période de cette onde que la variation, dont nous avons donné plus haut l'expression (formule 2), pût être attribuée à l'effet Doppler-Fizeau. Il s'ensuit donc que, s'il venait à être prouvé expérimentalement qu'un entraînement satisfaisant à cette règle se trouvât réalisé, il n'y aurait plus besoin de faire intervenir des photons pour expliquer le phénomène de Compton. Eh bien, cette preuve est fournie, de façon extrêmement nette, par la loi même à laquelle est soumise la diffraction des électrons; de la relation (3) on tire l'expression de la période de l'onde en fonction de la vitesse des électrons :

$$(4) \qquad p = \frac{h\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}{m_0 v c},$$

et de celle-ci il est très facile de déduire la formule (2).

Ainsi, l'unité qui faisait tellement défaut dans la doctrine dualiste se trouve rétablie d'un seul coup, et même dans des conditions vraiment inespérées : en fait, le phénomène de Compton et la diffraction des électrons ne constituent qu'un seul et même phénomène, où n'interviennent que des ondes et des particules classiques. Mais, en même temps, nous nous trouvons avoir appris que ce phénomène présentait un double aspect : si des électrons secoués par une radiation sont entraînés par celle-ci, inversement, lorsque des électrons en mouvement sont ébranlés par un choc, ils provoquent la formation d'une radiation.

S'il pouvait subsister le moindre doute sur le choix du système auquel on doit s'arrêter, nous pourrions indiquer dès maintenant des expériences cruciales permettant de trancher définitivement la question. Dans une conférence célèbre faite à Berlin en 1919, sur la nature de la lumière, M. Planck a insisté sur les efforts que devaient faire les théoriciens pour arriver à tirer, des thèses corpusculaire et ondulatoire, des conséquences différentes pouvant être soumises à l'expérience. Les développements qui précèdent conduisent précisément au point envisagé par l'éminent fondateur de la théorie des quanta; mais, avant de donner des précisions sur les expériences à faire, il convient que nous fournissions quelques indications, sur l'explication théorique du phénomène de Compton envisagée du point de vue purement ondulatoire, parce que cela va nous permettre d'élargir la prévision des faits pouvant être décelés expérimentalement.

On a bien remarqué que, dans la diffraction des électrons par les cristaux, l'idée d'ébranlement des particules se retrouvait tant au moment de la formation de l'onde que dans l'entraînement des électrons dans les directions qui correspondent à la diffraction. Eh bien, cette remarque présente un caractère beaucoup plus général; nous avons pu montrer que l'électron pouvait vibrer avec une période propre bien déterminée, que sa mise

1. Recueil d'exposés sur les ondes et corpuscules, par M. Louis de Broglie (Librairie Hermann et Cie, 1930).

en état de vibration n'était en aucune façon spontanée et que tous les phénomènes quantiques n'étaient autres que ceux pour lesquels une cause intervenait pour provoquer la dite vibration[1].

Nous en avons déduit en particulier la loi qui comporte le double énoncé suivant.

a) Dans une radiation donnée, de longueur d'onde l, la quantité de mouvement individuelle d'électrons libres ne peut présenter qu'une série discrète de grandeurs correspondant à la relation :

$$(5) \qquad l = n \frac{h\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}{m_0 v},$$

où $n = 1, 2, 3, \ldots$

b) Inversement, un flot d'électrons, de vitesse déterminée v, peut provoquer la formation d'une radiation de longueur d'onde :

$$(6) \qquad l = \frac{1}{n} \frac{h\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}{m_0 v},$$

où n peut encore prendre une valeur entière quelconque.

On voit immédiatement que le phénomène de Compton, dans son processus direct ou inverse, correspond normalement au cas où $n = 1$; mais nous avions dit qu'il était à penser que quelque expérience pourrait un jour montrer que l'intervention d'un autre nombre entier était possible. Cette prédiction se trouve aujourd'hui réalisée : le *Journal de Physique*[2] vient de signaler des expériences de diffraction d'électrons qui ont mis en évidence l'harmonique correspondant à $n = 2$.



Voici maintenant quelles sont les expériences cruciales qui permettront d'arriver à des conclusions fermes sur la nature de la lumière et des particules matérielles.

1° *Expérience à faire pour décider de la nature de la lumière.*

Cette expérience doit consister à lancer, dans la direction même de la propagation d'une radiation X suffisamment intense, un léger flot d'électrons de vitesse v'.

S'il existe des photons, la plupart des électrons doivent leur échapper et conserver leur vitesse; quant aux chocs qui se produiront, leur processus sera analogue à celui envisagé, par MM. Compton et Debye, dans l'interprétation corpusculaire du phénomène de Compton, et les électrons, intéressés par ces collisions, seront dispersés, dans des azimuts variables, avec des vitesses qui se superposeront à v'. En fin de compte, pour un certain nombre d'électrons l'allure du phénomène sera très irrégulière; mais, pour le gros du flot, on devra retrouver la vitesse v'.

Le point de vue ondulatoire, auquel nous sommes parvenu, conduit à des prévisions bien différentes. En effet, si ce point de vue correspond à la réalité des choses, tous les électrons du flot devront prendre une des vitesses données par la formule (5). On pourra ainsi vérifier si les vitesses en rapport avec $n = 2, 3, \ldots$ sont stables; mais, il va d'ailleurs sans dire qu'il suffira de porter un flot de très faible vitesse, à la vitesse correspondant à $n = 1$, pour décider en faveur de la conception ondulatoire.

2° *Expérience à faire pour décider de la nature des particules matérielles.*

Le moyen à employer pour arriver à une conclusion sur la question de savoir s'il y a ou s'il n'y a pas dualisme entre les particules matérielles et certaines ondes découle d'une remarque bien simple.

Si, conformément à la doctrine développée dans la mécanique ondulatoire, l'onde, qui intervient dans la diffraction des électrons, doit être considérée comme associée à ceux-ci avant qu'ils ne viennent heurter le cristal, la vitesse de cette onde est $\frac{c^2}{v}$ alors que si, comme nous le pensons, il s'agit tout simplement d'une onde de Fresnel résultant du choc, cette vitesse est c. Il en résulte que, suivant que la première ou la seconde interprétation est la bonne, la période de l'onde est :

$$(7) \qquad \frac{h\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}{m_0 c^2} \quad \text{ou} \quad \frac{h\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}}{m_0 v c}.$$

Ces deux expressions étant essentiellement différentes, on voit que tout l'effort des expérimentateurs doit tendre à déceler la grandeur de la période en cause; le résultat imposera une décision.

Que prouveront ces expériences? Tout simplement que la nature ne fait pas exception à une règle très générale : les grandes œuvres procèdent toujours de moyens simples. Fresnel n'a pas manqué de pénétration et le cadre, dans lequel son génie a su constituer l'optique, suffit pour expliquer les phénomènes dont nos connaissances se sont enrichies depuis une trentaine d'années.

E. Sevin,
Ancien Elève de l'Ecole Polytechnique,
Ingénieur en Chef des Services Techniques
à la Compagnie d'Orléans.

1. Voir notre ouvrage : *Gravitation, lumière et électromagnétisme* (*Synthèse physique*). Librairie Albert Blanchard, 1930.
2. N° d'avril 1930, page 377 D.

LES ALLIAGES LÉGERS ET LEURS APPLICATIONS

La légèreté des métaux et des alliages est une qualité particulièrement importante lorsqu'elle s'allie à des résistances convenables aux diverses sollicitations mécaniques. C'est à cause de sa faible densité apparente et de son aptitude à tenir sous l'effet des contraintes extérieures, que le bois a dû son succès dans l'aviation. Malheureusement les essences forestières utilisables — qui coûtent cher — ont l'inconvénient de se déformer sous les intempéries. On sait que l'Aérodynamique s'accommode mal de toute modification de forme ; il a donc été tout naturel de rechercher dans le métal, d'abord une charpente indéformable, ensuite des surfaces extérieures invariables. L'aluminium et ses alliages ont donc été appliqués aux aéronefs (ballons dirigeables et avions) et à certaines pièces de leurs moteurs (pistons, bielles, carters, etc..).

Cette préoccupation constante de la légèreté chez l'ingénieur d'aéronautique a conduit à de grands progrès dans la métallurgie de l'aluminium.

En effet, si la densité de l'aluminium est satisfaisante, ce n'est pas — il s'en faut de beaucoup — le seul point à considérer. Le seul résultat qui importe c'est de réaliser, sous un poids aussi faible que possible, la pièce capable de résister aux efforts qu'elle subira dans la construction.

La solution de ce problème a été recherchée dans deux voies différentes. D'une part, on est arrivé à réaliser, par des additions d'autres éléments que le fer et le carbone, des aciers, particulièrement résistants lorsqu'ils ont été soumis à des traitements thermiques appropriés. D'autre part, on est parvenu à produire et à usiner des alliages ultra-légers au magnésium dont la densité s'abaisse à 1,8. Les premiers métaux, aciers spéciaux à haute résistance, sont avantageux pour les pièces de grande fatigue qui, profilées d'une manière convenable, arrivent à être plus légères que celles que l'on pouvait confectionner à l'aide de métaux de plus faible poids spécifique mais dont les caractéristiques mécaniques (module d'élasticité, limite élastique, ténacité, résilience, etc...) sont moindres. Les seconds métaux, alliages ultra-légers sont avantageux, au contraire, pour les pièces qui n'ont à supporter que des efforts modérés ou qui servent surtout d'enveloppes (carters, réservoirs).

Jusqu'à présent, il n'a pas encore été possible de réunir dans la même matière, les hautes caractéristiques mécaniques et le plus faible poids spécifique désirables. A titre simplement documentaire, nous citerons pourtant le Béryllium, métal extrêmement léger (d = 1,8) que l'on extrait du Béryl par agglomération et qui a un module d'élasticité de 30.000, soit une fois et demie celui de l'acier, une dureté telle qu'il raye le verre, etc... Malheureusement le petit cylindre de ce métal que nous avons pu tenir entre nos mains revenait à 50.000 francs environ, et tant qu'on ne pourra abaisser très sensiblement ce prix de revient, on devra renoncer à son emploi, même comme alliage.

Entre les aciers à haute résistance et le magnésium ultra-léger, se place heureusement un autre alliage, presque aussi léger que le magnésium et dont la résistance mécanique est de l'ordre de celle de l'acier doux : le duralumin. Circonstance particulièrement agréable pour nous, ce métal (ou plutôt cet alliage) est à peu près exclusivement tiré de notre sol. Sa composition courante est, en effet :

Cu	4 %
Mg	0,6 %
Mn	0,6 %
Al	94,8 %

Il est donc intéressant de connaître ses qualités et propriétés principales, pour l'utiliser dans les meilleures conditions.

Métallurgie du Duralumin

Le duralumin se coule à 700° environ et se solidifie de 620 à 510°. Hâtons-nous de dire que ce duralumin fondu est peu intéressant. Une traction de 20 à 25 kg/mm² suffit à sa rupture, laquelle se fait brusquement, sans que l'éprouvette se soit allongée plus que de 1 %. Seule sa dureté (90 à 100 par la méthode de la bille de Brinell) peut retenir l'attention, mais seulement pour les pièces soumises à des frottements et non exposées à des chocs.

Heureusement, ce métal si fragile peut devenir malléable après corroyage énergique à chaud au laminoir, à la presse à filer, au pilon, c'est-à-dire à l'aide des machines en usage dans la métallurgie. Après trempe, le métal supporte une charge de rupture de 40 kg/mm² avec un allongement de 20 %. La cassure est très fine et régulière. Le métal est sain et homogène.

Nous ne pouvons décrire ces opérations de corroyage, bien délicates, surtout au début, alors que le métal dépourvu de toute malléabilité, se crique facilement. Il faut opérer à chaud et par passes successives jusqu'à ce que la section soit

réduite au quart ou au cinquième de la section primitive.

***

Le duralumin est très sensible aux traitements thermiques.

Cet alliage ayant été chauffé à 400-500° peut être refroidi lentement ou brusquement. Dans le premier cas on a un métal *recuit*; dans le second, un métal *trempé* dont la résistance est plus grande et va d'ailleurs augmenter avec le vieillissement.

Le recuit peut se faire à des températures relativement basses, mais la durée de ce recuit doit augmenter sensiblement, surtout à partir de 250°. A 200°, le recuit exige 100 heures; à 150°, 1.000 heures. Entre 350 et 450° le duralumin est recuit au bout de 10 minutes environ.

Quant à la trempe, elle donne des caractéristiques qui dépendent :

de la température de trempe,

de la durée de vieillissement après trempe,

et de la température de vieillissement.

L'intervalle de température qui permet d'obtenir les caractéristiques maxima est très resserré : 480 à 510°. Il faut, surtout, ne pas dépasser le point supérieur à partir duquel le métal peut être brûlé définitivement.

L'influence de la température de l'eau de trempe est très faible, on peut même remplacer l'eau par l'huile ou le mercure sans trouver grand changement. Il convient surtout d'éviter les criques en ne trempant pas un métal trop chaud dans de l'eau trop froide. On peut, d'ailleurs, se contenter de *tremper à l'air* les tôles minces. Pour les tôles d'un demi-millimètre d'épaisseur les caractéristiques sont les mêmes que celles qui résultent de la trempe à l'eau. Pour les tôles de 4 mm., on obtient 38 kg/mm² de résistance à l'air soufflé et un peu moins à l'air calme. L'avantage de cette méthode c'est d'éviter les déformations des pièces minces.

Le *revenu*, chauffage aux basses températures (entre 120 et 200°) d'un métal trempé est très différent du recuit : il durcit le duralumin.

Le vieillissement est un phénomène que l'on ne peut empêcher; il augmente la résistance de 30 à 40 kg/mm² mais on peut l'accélérer : à la température de 100°, il suffit de 8 heures, il faut 6 jours à 20° ou 15 jours à 0°.

Nous ne pouvons entrer dans des détails techniques, mais nous tenons à faire remarquer combien ces phénomènes diffèrent de ceux des traitements thermiques des aciers. De ces propriétés il résulte : qu'il ne faut jamais chauffer le duralumin à une température supérieure à 510°; que, pour le travail à chaud, on chauffera jusqu'à 450° et l'on cessera de travailler quand la température baisse au-dessous de 350°; que, pour recuire, on chauffera à 400° et on laissera refroidir lentement; que, pour tremper, on chauffera à 500° durant quelques minutes, après quoi on immergera progressivement dans l'eau; enfin, qu'on peut chauffer le duralumin 10 minutes à 225°, une heure à 200°, 100 heures à 150°, sans abaisser sensiblement ses caractéristiques.

Questions technologiques

Si le duralumin n'est pas plus difficile à façonner que les autres métaux, il exige cependant un apprentissage spécial partant des notions exposées ci-dessus.

Les fours pour traitements thermiques doivent être particulièrement précis; le meilleur est le four à cuve contenant du nitrate de soude, mais on peut utiliser les fours électriques.

Le chaudronnage doit se faire après chauffage au four à 150° au maximum. L'emboutissage, le découpage, le forgeage, l'estampage, l'usinage, le polissage, le rivetage, etc... exigent des précautions que nous ne pouvons exposer ici[1].

Comparaison entre l'acier doux et l'aluminium

Les propriétés de l'acier sont connues, nous ne rappellerons donc que celles du duralumin :

	Duralumin		
	recuit	normal (trempé et vieilli)	dur (revenu)
Résistance à la traction (kg/mm²)	22	40	45
Limite élastique *id.*	10	24	35
Allongement %	18	20	8
Dureté Brinell	60	100	120
Emboutissage Frichsen (sur tôles de 10 mm)	6,1	7,1	
Résilience (kg/mm²)		4	
Module d'élasticité (kg/mm²)		7500	
résistivité	32	4,5	4,7
Conductibilité calorifique (rapport Ag)		34	
Conductibilité calorifique (absolue)		0,44	
Chaleur spécifique (0 à 100°)		0,22	
Chaleur latente de fusion (cal.)		100	
Température de fusion		500 à 620	
Coefficient de dilatation linéaire		24×10^{-6}	

Les travaux de déformation seront donc effectués à l'état le plus doux possible, soit à froid, soit à chaud, tandis que les travaux d'usinage se feront sur métal le plus dur possible. Le rivetage est un

1. La *Revue de l'Alluminium*, n° 34, de 1929, contient toutes indications utiles.

moyen de jonction préférable à la soudure. On utilisera toujours des pièces *trempées*, le métal recuit ne peut être employé tel quel, du moins cette utilisation serait fort mauvaise.

Dans les meilleures conditions d'emploi, dans quelle mesure pourra-t-on substituer le duralumin à l'acier ?

Le taux de fatigue admissible ne peut être fixé invariablement. S'il s'agit d'efforts statiques bien définis, on pourra prendre la moitié de la limite élastique, soit 12 kg/mm² pour la qualité normale et 15 à 18 kg/mm² pour la qualité dure. Dans le cas d'efforts dynamiques, il faut un plus grand coefficient de sécurité et ramener, au moins, les chiffres ci-dessus à 6 et à 10 kg par mm.².

On sait que le flambage ou déformation d'une pièce en dehors de son axe de figure est un des plus graves dangers de construction. C'est ainsi que peuvent périr les poutres de grandes longueurs, les bielles, etc. Le calcul du flambage est une des questions les plus ardues de la résistance des matériaux et l'on ne peut appliquer les formules théoriques qu'avec la plus grande circonspection. Théoriquement, en effet, on pourrait sans augmenter le poids diminuer presque indéfiniment le risque de flambage ; il suffirait de prendre une section creuse du plus grand diamètre possible en diminuant l'épaisseur. Mais la pièce se déformerait alors sous n'importe quelle contrainte latérale. La détermination des dimensions d'une pièce chargée de bout résulte d'un compromis entre la résistance aux efforts d'ensemble et la résistance aux efforts locaux. Le seul inconvénient du duralumin pour la résistance au flambage vient de la faiblesse de son module d'élasticité : 7.500, alors que celui de l'acier ordinaire est de 20.000. Cependant, comme ce module n'intervient qu'au premier degré dans les formules d'Euler, tandis que l'inverse de la densité y figure au second degré, le duralumin est finalement supérieur à l'acier, cette supériorité ne pouvant, d'ailleurs, se chiffrer qu'après toute une série d'essais comparatifs.

Mais pour toutes les autres sollicitations, l'aluminium est bien préférable à l'acier, cela *si nous comparons des éléments de même poids dont les sections sont géométriquement semblables.*

Pour la *traction*, le facteur à considérer est

$$t = \frac{R}{D}$$

R, résistance (40 pour le duralumin ; 37 pour l'acier doux).

D, densité.

On a donc : t = 14,3 (duralumin) ou 4,75 (acier). Le duralumin est donc 3 fois plus résistant.

Pour la *flexion*, le facteur caractéristique est

$$f = \frac{R}{D^{1,5}}$$

soit 8,5 pour le duralumin et 1,7 pour l'acier doux. Le duralumin résistera donc 5 fois plus que l'acier doux à poids égaux.

AUTRES ALLIAGES D'ALUMINIUM

Le duralumin n'est pas le seul alliage léger qu'on utilise. Les alliages aluminium-silicium ; aluminium-magnésium ; aluminium-cuivre ; aluminium-magnésium-cuivre, présentent divers avantages et nous nous proposons d'étudier leurs propriétés principales dans un article spécial.

APPLICATION DU DURALUMIN

Le duralumin, métal léger et résistant, est tout indiqué pour la construction de toutes les *pièces mobiles.*

Cela est évident pour l'Aviation — dans une certaine mesure — car il est indispensable de prendre de l'acier à haute résistance pour certaines pièces très fatiguées.

A priori, le duralumin paraît peu intéressant pour le matériel roulant des chemins de fer. Que l'on songe pourtant aux poids énormes des locomotives et même des voitures et des wagons. Le duralumin permettrait de réduire : les fatigues de la voie, le travail de traction, les puissances des locomotives et de faciliter l'exploitation. L'alliage procurerait une économie de peinture et d'entretien, car il est inoxydable. L'allégement possible est loin d'être négligeable : 60 à 65 % du poids des parties remplacées, soit 50 % environ du poids total du matériel roulant. Faut-il rappeler que le chemin de fer de ceinture de Berlin emploie des automotrices de 18 mètres de long à deux bogies, entièrement en alliage léger à l'exception des essieux montés, des sabots de frein, des engrenages, des ressorts, des attelages, réalisant un allègement de 19 tonnes. La Compagnie des Wagons-Lits, les réseaux français du Nord et de l'Etat emploient des voitures où l'aluminium ainsi que le duralumin sont utilisés.

Sans nous arrêter à l'outillage accessoire des chemins de fer, échelles, perches d'accrochage, etc., aux appareils pour lignes aériennes, nous allons trouver dans les constructions automobiles des applications plus nombreuses du duralumin.

Les pièces matricées en duralumin prendront certainement une grande place dans la construction automobile. Il y a intérêt à remplacer les bielles en acier par des bielles en duralumin. C'est dans la carrosserie, cependant, que les avantages

du duralumin sont encore plus apparents. Si les carrosseries entièrement métalliques tendent à prédominer, le duralumin doit logiquement y entrer. Il existe des carrosseries dont l'ossature est formée d'éléments de duralumin estampé, assemblés et rivés mécaniquement. Les charnières elles-mêmes sont en duralumin. Il ne s'agit plus d'une lourde carcasse de charpente d'exécution difficile, exempte de souplesse et jouant sous l'effet des chocs, des cahots et du poids. De fines nervures en duralumin, aussi résistantes que des profilés en acier et trois fois moins lourdes ont remplacé le bois. Signalons aussi le développement des roues d'automobile à rayons en bois et jante amovibles en duralumin. En Amérique, le duralumin est employé dans la construction des autobus. Dans les tracteurs à chenille, on introduit les plaques de duralumin. Il existe des cars en duralumin pour le transport des pigeons voyageurs; des pédales et des moyeux de bicyclettes et de motocyclettes sont faits de cet alliage.

La marine de guerre, la marine marchande et la navigation fluviale commencent à employer les alliages légers. Le duralumin notamment facilite la réalisation des grandes vitesses indispensables aux navires de guerre.

Nous ne voulons pas redire ce que tout le monde sait de la nécessité de la légèreté et de la résistance en Aéronautique. Le fameux avion « Point d'interrogation » à bord duquel Costes a conquis les derniers records de distance comportait beaucoup de pièces en duralumin, notamment les réservoirs, particulièrement le réservoir central cloisonné occupant tout le maître-couple du fuselage, d'où le nom « d'avion-bidon » donné à l'appareil. Les tubes formant la charpente du fuselage traversaient le réservoir, le tout en duralumin, fabrication remarquable qui, ayant parfaitement résisté à tous risques de déformation, assura une étanchéité complète.

Nous pourrions montrer le duralumin : dans les cages d'extraction de mines; dans les funiculaires aériens; dans les balances et autres instruments de précision, dans le matériel téléphonique; dans les cartouches pour transports pneumatiques entre les divers services d'un même établissement; dans l'orthopédie, les casques protecteurs, les articles de sport et de toilette; dans l'architecture et la décoration, l'industrie textile et bien d'autres industries où l'on apprécie l'alliance de la légèreté, de la solidité et de l'inaltérabilité.

D'une manière générale le duralumin est moins coûteux que le laiton et beaucoup moins cher que le cuivre, les maillechorts, le bronze, le nickel. Il coûte un peu plus que le zinc et sensiblement plus que l'acier ordinaire.



C'est pourquoi le domaine des métaux légers s'accroît de jour en jour. L'industrie française des alliages d'aluminium est capable de fabriquer un fort tonnage d'excellents produits. Par leurs qualités : résistance, durée, aspect agréable, ces jeunes métaux sont des matériaux de choix en de nombreux cas où ils devraient être appliqués.

Dès lors que le rapport entre la résistance et la densité intervient dans le rendement d'un appareil ou même d'un objet usuel, il convient d'adopter un alliage léger; l'amélioration qui résulte de cet emploi garantit la récupération des frais de modification et de substitution. Cela est particulièrement sensible pour tous organes mobiles, dans les autos, les tramways, les locomotives, voitures et wagons, les navires, les pièces en mouvement des machines quelconques.

Mais le développement des applications des métaux légers exige une excellente qualité de la matière première pour un prix normal. Les constructeurs français d'alliages légers ont recherché simultanément la qualité et le bas prix; il convient de les encourager dans cette voie par des emplois étendus de leurs métaux et c'est pourquoi nous avons tenu à donner une idée des possibilités de cette nouvelle et prestigieuse industrie.

Edmond Marcotte,

Ingénieur,
Lauréat de l'Institut,
Chef de la Section des laboratoires d'essais
et de recherches sur les matériaux,
à l'Ecole des Ponts-et-Chaussées.

BIBLIOGRAPHIE

ANALYSES ET INDEX

1° Sciences physiques.

Eucken (Arnold). — **Lehrbuch der Chemischen Physik.** — 1 *volume grand in-8° de* 1037 *pages, édité à l'Akademische Verlagsgesellschaft. Leipzig,* 1930. (*Prix, relié :* 56 *marks*).

La science de date récente que l'on nomme en France la Chimie-Physique est difficile à délimiter d'une manière précise. La difficulté va même s'accroissant de jour en jour et le temps n'est pas loin où elle sera insurmontable. Cette science est née en effet du besoin d'appliquer à l'étude des faits chimiques traditionnels les méthodes et les théories qui étaient restées l'apanage exclusif des physiciens. Elle a débuté par l'adaptation à la chimie des principes de la thermodynamique et des lois des solutions concentrées ou étendues, de sorte qu'elle a pu, elle aussi, au début se donner une tradition et apparaître comme une simple branche de l'énergétique. Mais, à mesure des progrès de la science, les diverses techniques des physiciens ont été utilisées de plus en plus fréquemment pour l'étude des phénomènes chimiques : ce furent successivement les méthodes spectroscopiques, les rayons X, les mesures d'absorption, la radioactivité, la polarimétrie,... qui trouvèrent place dans les laboratoires de chimie. D'autre part les théories moléculaires modernes se sont attaquées avec un succès toujours croissant à l'explication de la valence et de l'affinité chimique. De sorte que la liaison et même la fusion se font tous les jours plus étroites entre la physique et la chimie, et que nous voyons éclater de toutes parts les cloisons conventionnelles que l'on avait tenté d'établir entre elles. On peut donc dire, dès maintenant, que la Chimie-Physique n'existe plus en tant que science autonome. On ne peut réunir sous ce titre qu'un ensemble plus ou moins arbitraire de faits et de lois, dont l'assemblage est plutôt une commodité qu'une nécessité.

Le sentiment de l'interdépendance étroite de la physique et de la chimie et de l'envahissement progressif de la chimie par les méthodes et les techniques des physiciens, a certainement été très vif chez l'auteur du présent ouvrage. Eucken, en publiant la troisième édition de son traité de Chimie Physique, a cru nécessaire en effet d'en changer le titre en mettant en vedette le mot de « Physique » là où régnait précédemment celui de « Chimie (Chemische Physik au lieu de Physikalische Chemie). Il a certainement compris aussi la difficulté qu'il y a à délimiter actuellement le sujet, puisqu'il a été amené à diviser son ouvrage en deux parties d'importance à peu près égale: la première consacrée à la physico-chimie traditionnelle traitée surtout au point de vue thermodynamique, la seconde réservée à la structure de la matière et aux progrès récents de la physico-chimie moléculaire.

Voici les principales divisions de l'ouvrage.

Dans la première partie, à l'exposé des lois générales de la thermodynamique et à quelques indications sur la théorie cinétique succèdent l'étude des corps purs (gaz, solides, liquides et leurs transformations mutuelles), puis des mélanges (gaz et solution). Les phénomènes superficiels et l'adsorption sont l'objet d'un chapitre spécial. Les derniers chapitres traitent de la diffusion, des mouvements des ions électrolytiques et des vitesses de réaction.

La seconde partie s'occupe d'abord des atomes et de leur structure électronique, y compris la radioactivité et l'isotopie, puis des échanges d'énergie entre les atomes et le milieu, tels que les représente la théorie des quanta. Des indications assez complètes sont données sur l'émission des spectres de raies, sur le tableau périodique des éléments et sur les questions qui s'y rattachent. On passe ensuite aux propriétés des molécules, telles que les révèlent les spectres de bande, la réfraction et le pouvoir inducteur spécifique. Le chapitre relatif au mode de formation des molécules à partir des atomes fait état des progrès les plus récents; on y trouvera quelques indications sur l'ortho- et le parahydrogène, que l'auteur a contribué à découvrir. Enfin les propriétés des cristaux font l'objet des derniers chapitres du livre.

Cette seconde partie de l'ouvrage est la plus originale et la plus intéressante; elle permettra aux chimistes de se mettre assez complètement au courant des points de vue les plus récents de la physique et facilitera ainsi l'interpénétration des deux sciences.

Tout le monde connaît le rôle important joué par l'auteur dans les progrès de bien des problèmes physico-chimiques classiques ou modernes, particulièrement dans le domaine de la calorimétrie. On sera donc heureux de trouver sous sa plume un exposé de ces questions. Le livre se signale d'ailleurs dans son ensemble par une clarté d'exposition qui justifie le succès des éditions antérieures et qui contribuera à celui de l'ouvrage actuel. On peut être tenté de regretter que l'auteur ait cru devoir passer entièrement sous silence certaines questions intéressantes de physico-chimie, par exemple les applications chimiques des mesures d'absorption ou de pouvoir rotatoire qui méritaient au moins une mention. Mais la richesse des sujets traités imposait, pour ainsi dire, un choix, et on ne peut guère en vouloir à l'auteur d'avoir tenu compte, en le faisant, de ses goûts personnels.

L'impression et l'aspect extérieur de l'ouvrage sont dignes des autres livres publiés par la même maison d'édition. Le prix en est malheureusement assez élevé au point de vue français.

Eugène Bloch.

2° Sciences naturelles.

Kopaczewski (W.). — **Traité de Biocolloïdologie.** *Tome* I : **Pratique des colloïdes.** *Fasc.* 1 : **Propriétés mécaniques des colloïdes.** — 1 *volume in-8° de* XVIII-166 *p. avec* 70 *fig. Gauthier-Villars et Cie, Paris*, 1930.

M. Kopaczewski, qui, depuis de longues années, a consacré la presque totalité de ses recherches à l'étude des colloïdes et s'est familiarisé avec la littérature toujours plus vaste du sujet, a jugé le moment venu de donner une « somme » de nos connaissances sur cette branche de la science, et il a entrepris la publication d'un grand traité de Biocolloïdologie qui ne comprendra pas moins de 5 volumes : I. *Pratique des colloïdes*. II. *Biocolloïdes*. III. *Conditions d'équilibre des biocolloïdes*, IV. *L'état colloïdal et la biologie*. V. *L'état colloïdal et la Médecine*.

C'est le premier fascicule du premier volume, consacré aux *Propriétés mécaniques des colloïdes*, qu'il nous présente aujourd'hui. Celui-ci constitue la 2e édition, entièrement remaniée, d'un précédent ouvrage de l'auteur, aujourd'hui épuisé, sur la théorie et la pratique des colloïdes.

Il débute par un chapitre sur l'eau, milieu habituel où évoluent les colloïdes, décrit les techniques de préparation de l'eau pure et optiquement vide et précise les caractères physiques et physicochimiques de cette eau.

L'auteur passe ensuite aux principales méthodes de préparation des colloïdes, divisés en émulsions, suspensions, sols inorganiques, sols organiques et gels.

La densité des solutions colloïdales entrant en ligne de compte dans la détermination d'un certain nombre de leurs propriétés, le chapitre III rappelle les principales méthodes de détermination de la densité des liquides.

Une autre donnée joue un rôle considérable dans l'étude des propriétés des colloïdes : c'est le volume des micelles colloïdales. On dispose pour sa détermination d'un grand nombre de méthodes de détermination : *directes* (méth. ultramicroscopique, méth. des films monomicellaires) et *indirectes* (méth. de sédimentation libre ou accélérée, néphélémétrique, de Debye-Scherrer, de Perrin, etc...). Leur description fait l'objet du chapitre IV.

La diffusion, qui permet d'établir si un corps est moléculairement ou micellairement dispersé, a aussi une place importante en colloïdologie. L'auteur en étudie les principes théoriques et la technique au chapitre V.

Puis vient l'exposé de deux opérations qui permettent d'effectuer la séparation du colloïde et du milieu dispersif : l'ultrafiltration et la dialyse, dont les principes et les méthodes forment l'objet des chapitres VI et VII.

Enfin, un dernier chapitre est consacré à la question du gonflement des gels.

La rédaction de chaque chapitre a été conçue sur un même plan : d'abord l'énoncé des principes théoriques, puis la description des appareils avec leur mode d'emploi, puis quelques données numériques, afin de servir de contrôle pour les exercices pratiques ; enfin les applications de la méthode, pouvant suggérer des recherches nouvelles. Chaque chapitre se termine par une bibliographie assez étendue.

Il convient d'attendre l'apparition des fascicules suivants pour mieux apprécier cet ouvrage, dont le début fait d'ailleurs bien augurer de la suite.

L. B.

3° Art de l'ingénieur.

Champsaur, *Professeur à l'Ecole supérieure d'Aéronautique.* — **Théorie du graissage.** — 1 *vol. in-8° de* 122 *pages. Delagrave, éditeur, Paris*, 1930.

Ce livre rassemble la matière des conférences faites par l'auteur, chaque année, à l'Ecole supérieure d'Aéronautique. Il se réfère en maints endroits au volume de M. P. Woog : « *Contribution à l'étude du graissage* » analysé ici même et qui est capital sur le sujet aussi bien du point de vue théorique que du point de vue expérimental.

Le problème du graissage a fait, ces dernières années, de grands progrès et le présent ouvrage situe aussi exactement que possible l'état actuel du problème, en rappelant les travaux les plus intéressants et les plus récents. Il examine plus particulièrement le rôle important joué par la viscosité qui n'est autre que la résistance propre des liquides et des fluides à la déformation et au mouvement. La viscosité est, de ce fait, le facteur essentiel du frottement interne qui entraîne l'échauffement des portées et des huiles. Il semble actuellement prouvé que la viscosité n'intervient pas directement dans le pouvoir lubrifiant, c'est-à-dire dans l'aptitude qu'ont les huiles à former entre les surfaces métalliques des pellicules graissantes. Mais il n'en reste pas moins que la viscosité joue un rôle protecteur très efficace vis-à-vis de la pellicule lubrifiante contre toute perturbation tendant à la désagréger.

Elle est ainsi le facteur principal de la résistance à l'usure qui est l'objet même du graissage, lequel substitue le frottement fluide au frottement solide en immobilisant au contact des surfaces métalliques une pellicule adhérente dont l'épaisseur et la résistance empêchent le contact direct de ces surfaces et annihile les interactions des champs attractifs qu'elles émettent. Le seul coefficient physique qui intervienne alors est le coefficient de viscosité du lubrifiant.

Après une théorie du graissage, où du point de vue hydrodynamique le seul régime qui puisse se concevoir (en graissage parfait) est le régime tranquille ou laminaire, chapitre I, le volume comporte par conséquent l'étude du pouvoir lubrifiant, chapitre II, celle de la stabilité et de la résistance des couches lubrifiantes, chapitre III, celle du frottement interne chapitre IV, puis du frottement dans une machine motrice chapitre V, celle de l'échauffement

des portées et du lubrifiant chapitre VI, et enfin l'examen de l'usure des portées chapitre VII.

F. M.

4° Géographie.

De Margerie (Emmanuel), correspondant de l'Institut, directeur du Service de la Carte géologique d'Alsace et de Lorraine. — **L'œuvre de Sven Hedin et l'orographie du Tibet.** — 1 *vol. in-8° de* 139 *p., avec* 28 *fig. Extrait du* Bulletin de la Section de Géographie du Comité des Travaux historiques et scientifiques, 1928. *Paris, Imprimerie Nationale,* 1929.

Le célèbre voyageur suédois Sven Hedin qui s'est consacré à l'exploration d'une vaste partie de l'Asie centrale où il a exécuté plusieurs voyages remarquables, les plus importants étant ceux effectués dans le Turkestan chinois et le Tibet, a publié un très grand nombre de travaux qui nous renseignent fortement sur la géographie de ces régions et sur les questions scientifiques s'y rattachant. Ce sont précisément les hauts intérêts de l'œuvre du grand voyageur que M. E. de Margerie met en relief dans ce volume, et il en fait ressortir toute la portée scientifique.

De 1917 à 1922, Sven Hedin a publié à Stockholm, sous le titre de : *Southern Tibet. Discoveries in Former Times compared with my own researches in 1906-1908*, un ouvrage comprenant 9 volumes in-4° de texte, représentant un total de 3.771 pages, accompagnées de 599 planches, de 2 portefeuilles contenant 98 cartes, puis d'un album in-folio de 105 planches doubles, sur lesquelles sont groupés 552 panoramas dessinés par le voyageur lui-même. Et encore Sven Hedin a-t-il fourni aussi beaucoup de documentations importantes dans d'autres ouvrages et dans des publications diverses.

On voit que le célèbre explorateur a rapporté de ses tournées en Asie des connaissances considérables, la plupart étant entièrement nouvelles et portant sur les points scientifiques les plus nombreux. C'est de toutes ces hautes études du grand voyageur que M. E. de Margerie a présenté dans ce volume un exposé très précis et aussi complet que possible, en faisant ressortir tous les caractères essentiels et les grands mérites.

Il met bien en relief tout ce que les nombreuses illustrations du grand volume présentent d'important, ensuite ce que sont toutes les cartes nombreuses dressées par le voyageur, puis toutes les reproductions qu'il a eu le soin de faire de cartes anciennes, ainsi que les schémas orographiques qui ont été dressés par des ascensionnistes divers.

M. E. de Margerie expose ensuite toutes les plus importantes connaissances géographiques que Sven Hedin a rapportées de ses grands voyages, et il fait ressortir toutes les hautes données nouvelles relevées sur les pays parcourus, et dans lesquelles l'explorateur a toujours attaché beaucoup d'importance aux chiffres caractéristiques et aux descriptions précises.

Nous voyons ensuite toute la portée qu'a eue l'étude géologique faite par A. Hennig de 1.171 échantillons de roches recueillies au Tibet par Sven Hedin, sujet qui occupe le tome V de la série; puis une carte à l'échelle de 1 : 6.000.000 donne un tracé des coupes à travers le Transhimalaya relevées par A. Hennig d'après les échantillons rapportés par Sven Hedin. Enfin, d'autres appendices scientifiques présentent aussi d'importantes connaissances météorologiques, astronomiques, sinologiques. L'ouvrage se termine par un index géographique général qui ne comprend pas moins de 130 pages. M. E. de Margerie a ainsi admirablement retracé tous les mérites du haut voyageur Sven Hedin et les précieuses richesses géographiques et scientifiques qu'il a rapportées.

G. Regelsperger.

***

Angola et Rhodesia (1912-1914). — **Mission Rohan-Chabot sous les auspices du Ministère de l'Instruction Publique et de la Société de Géographie.** *Tome II.* **Opérations relatives à l'établissement d'une carte des régions parcourues (Détermination du canevas et des levers d'itinéraire). Magnétisme. — Météorologie.** — 1 *vol. in-4° de* 171 *pages, avec* 1 *carte au* 1/1.000.000°. *Paris, Imprimerie Nationale. Librairie Paul Geuthner, éditeur,* 1930.

Dans cet ouvrage scientifique nouveau sur les résultats de la mission Rohan-Chabot remplie de 1912 à 1914 sont réunis de très importants exposés de tous les travaux astronomiques, géodésiques, topographiques, cartographiques, magnétiques et météorologiques qu'elle a accomplis au cours de son long parcours africain de l'Atlantique au Zambèze à travers l'Angola et la Rhodesia. M. Jacques de Rohan-Chabot, qui était à la tête de la mission, était accompagné de M. le commandant Grimaud, alors capitaine du Génie, qui lui a apporté une dévouée et savante collaboration, et à leur retour, en 1914, ils ne purent mettre de suite en état le résultat de leurs travaux à raison de la grande guerre qui venait d'éclater et à laquelle ils prirent une part brillante. Toutes les études rapportées ne pouvaient manquer d'être longues à mettre en état scientifique complet, et le décès du commandant Grimaud en 1927 est venu encore apporter un retard nouveau. Toutes ces raisons réunies expliquent pourquoi les travaux scientifiques ont été si longs à être présentés, et ils continuent maintenant à l'être, mais par sections, quelques études ayant déjà précédemment paru. Comme l'a mis en relief, dans la Préface de ce volume, M. le général G. Perrier, membre de l'Institut, qui avait présidé à l'organisation de la Mission, ce sont de hautes œuvres de science.

Après des descriptions sommaires des pays traversés, M. Rohan-Chabot donne d'intéressants détails sur les instruments employés pour la topographie, et sur les méthodes générales d'exploration utilisées pour la création de la carte et pour la détermination du canevas. Un intéressant tableau est donné des coordonnées géographiques, puis l'auteur présente un sérieux exposé scientifique de tous les résultats obte-

nus par les opérations diverses exécutées en vue de la détermination du canevas.

Après l'exposé de ce qui a été fait pour obtenir les éléments nécessaires à l'établissement d'une carte d'ensemble des régions traversées, l'auteur explique tout ce qui a été fait pour arriver à une sérieuse étude des mesures magnétiques en Angola. Tous les résultats obtenus en sont présentés avec de très grands détails, et c'est une instruction d'une portée scientifique considérable qui a été obtenue.

On peut en dire autant de tout ce qui touche à la météorologie. Comme pour les autres points, nous sommes renseignés sur les instruments et procédés employés, et les relevés météorologiques et climatologiques sont présentés d'une façon détaillée et avec une précision scientifique admirable.

Nous possédons aujourd'hui, grâce à cette mission, des connaissances scientifiques nouvelles d'une très haute portée sur cette zone africaine, et l'on peut dire que cet ouvrage peut guider d'autres missions sur les procédés à employer là où elles iront. La carte au 1/1.000.000e est très nette et détaillée, et présente très bien tous les caractères des pays traversés.

G. Regelsperger.

***

Association de Géographes Français. XXXVIIIe Bibliographie Géographique 1928, *publiée avec la collaboration de l'*American Geographical Society, *du* Comitato Geografico Nazionale Italiano, *de la* Royal Geographical Society (London), *de la* Société Royale de Géographie d'Egypte, *et avec le concours de la* Fédération des Sociétés Françaises de Sciences Naturelles, *sous la direction de* **Elicio Colin**. — *1 vol. in-8o de 624 pages. Librairie Armand Colin, Paris,* 1929.

L'importante *Bibliographie Géographique* annuelle dont on connaît déjà la haute valeur et que dirige avec beaucoup de zèle et de compétence un géographe érudit, M. Elicio Colin, ne cesse d'avoir un développement de plus en plus étendu. Le volume pour 1927 comptait 602 pages renfermant 2.996 numéros. Le nouveau, pour 1928, a encore plus de développement : 624 pages, 3.062 numéros. On comprend qu'une pareille bibliographie est une source précieuse de documentation. Comme nous l'avons signalé déjà, le nombre des travaux mentionnés se trouve accru encore par le fait que, sous certains numéros, citant des publications périodiques ou des groupements de travaux dans un même volume, sont indiquées des études de haute importance souvent très nombreuses. On voit quelles ressources très grandes offre cette Bibliographie.

L'ouvrage contient deux groupements distincts pour les travaux cités : *Partie Générale, Partie Régionale.* Dans la première se trouvent beaucoup d'ouvrages intéressant les sciences, lesquels se rapportent à la Géographie mathématique et à la Cartographie, à la Géographie naturelle, à la Géographie humaine. Bien entendu, dans toute la *Partie Régionale*, se trouvent aussi, à l'occasion de chaque pays envisagé, beaucoup de travaux particulièrement scientifiques le concernant, et l'on comprend que dans des études d'ensemble sur des régions et dans des récits de voyageurs, les renseignements à proprement parler scientifiques y sont nombreux. Une pareille bibliographie mérite donc d'être fortement recommandée pour toutes études scientifiques.

G. Regelsperger.

***

Turpaud (M.). — **Les merveilleux voyages de Marco Polo dans l'Asie du XIIIe siècle.** — *1 vol. in-12 de 214 pages avec reproductions de miniatures anciennes. Editions Spes, 1929. Prix* 10 *fr.*

Jusqu'à Marco Polo, les fables les plus saugrenues avaient cours en Europe, sur l'Extrême-Orient.

Le voyageur vénitien devait révolutionner les notions tout à fait erronées de ses contemporains et c'est avec un puissant intérêt que nous lisons, dans leur forme très spéciale, les récits de ses voyages, mis à la portée de toute personne de culture générale, par M. Turpaud.

Les voyages d'Europe en Chine n'étaient point aisés, on le pense, au XIIIe siècle. Il fallut à notre héros trois années entières pour se rendre à la cour du grand Khan et autant pour revenir à Venise, après un séjour de dix-sept ans consécutifs en Chine. Il y avait été précédé par son oncle et par son père et, après eux, il fut l'homme de confiance de Koublaï-Khan.

Chargé de nombreuses missions dans l'immense empire de ce potentat, il vit non seulement la Chine mais le Tonkin, la Birmanie, Ceylan, la Cochinchine. Il fut aussi gouverneur de la ville et du territoire de Yang-Tchéou.

Les annales chinoises le mentionnent sous le nom de Po-Lo, commissaire en second du conseil privé l'empereur. On retrouve dans ces annales nombre de faits rapportés par Marco Polo. Les récits de l'explorateur sont donc exacts, pour ce qu'il a vu, et il a vu beaucoup, démesurément, dirions-nous. Mais il faut distinguer ce qu'il a vu de ce qu'il n'a pas vu : ici, ses récits sont erronés.

Ce qui frappe le plus, c'est la prodigieuse puissance et la prodigieuse richesse du grand Khan. On a pu dire que le Versailles du grand Roi était bien peu de chose en comparaison.

Suite de courts récits d'un haut intérêt, tel est cet excellent volume d'initiation.

B. M.

ACADÉMIES ET SOCIÉTÉS SAVANTES
DE LA FRANCE ET DE L'ÉTRANGER

ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS

Séance du 20 Janvier 1930.

1° Sciences mathématiques. — M. **L. Godeaux** : *Sur les points unis des involutions cycliques appartenant à une surface algébrique.* — M. **Vincensini** : *Sur certaines congruences normales.*— M. **Bertrand Gambier** : *Systèmes de cercles, de sphères, d'hypersphères.* — M. **Pierre Humbert** : *Sur les fonctions de Bessel du troisième ordre.* — M. **K. Kunugui** : *Sur les classes de dimensions.* — M. **J.-A. Grégoire** : *Sur un nouveau mode de transmission des rotations avec conservation de la vitesse entre deux arbres à angle variable.* — M. **Renaux** : *Contribution à l'étude de la réduction des clichés photographiques.*

2° Sciences physiques. — M. **J. Dufay** : *Nouveau photomètre astronomique à plages : application à l'étude de deux variables à éclipses.* — M. **J. Galibourg** : *Sur le vieillissement des métaux écrouis.* — M. **P. Vaillant** : *Sur l'absorption des sels de cobalt en solutions concentrées.* Pour les solutions salines de cobalt, les modifications qu'entraînent dans le spectre d'absorption la substitution d'un anion à un autre ou un changement de concentration ou un changement de solvant se réduisent à un déplacement de Kundt et à un changement d'intensité, celle-ci augmentant d'une façon générale quand, au sens d'Arrhénius, la dissociation diminue. Ces résultats ne sont pas nécessairement contradictoires avec la théorie des ions si l'on admet que l'association l'ion Co^{++} à un radical acide modifie en grandeur les propriétés absorbantes du premier sans en altérer sensiblement la loi de variation avec λ. Si l'on veut les interpréter dans la théorie de l'activité, il faudra admettre que l'absorption de l'ion Co^{++} augmente quand son activité diminue. — MM. **P. Dutoit** et **Ch. Zbinden** : *Analyse spectrographique des cendres d'organes.* Les cendres d'une cinquantaine d'organes humains ont été soumises à l'analyse spectrographique par la méthode des spectres d'arc rendue grossièrement quantitative. On a retrouvé, d'une manière générale, les mêmes éléments que dans le sang. Mais le spectrographe permet de les localiser grossièrement dans les organes. — MM. **Edlen** et **Eriscon** : *Sur le spectre de l'aluminium dans l'ultraviolet extrême.* — M. **E. Sevin** : *Sur les moyens de décider entre la nature corpusculaire et la nature purement ondulatoire de la lumière et des radiations X.* — M. **Fahir Emir** : *Solutions superficielles sur le mercure. Etude de l'acide oléique.* 1° La solution superficielle de l'acide oléique sur le mercure se comporte comme la solution superficielle de cette même substance sur l'eau et donne lieu au phénomène de saturation. La courbe de détente, à partir d'une solution superficielle très saturée, comporte un palier suivi d'une courbe de détente. 2° La pression superficielle correspondant au palier de saturation est égale à 60 dynes/cm. (soit environ le double de la pression de saturation sur l'eau). 3° L'épaisseur du film saturé est égale à 24 Å ; elle était de 23 Å sur l'eau ; les résultats sont donc identiques et il y a lieu de croire que l'orientation des molécules d'acide oléique est la même sur le mercure et sur l'eau. — M. **Victor Henri** : *Chaleur de dissociation de la molécule d'oxygène et énergie d'activation de l'atome d'oxygène.* Les résultats obtenus par l'auteur confirment une fois de plus la théorie qu'il avait émise antérieurement, à savoir que la limite de la prédissociation correspond à la limite de dissociation de la molécule normale en divers constituants. L'existence de plusieurs limites de prédissociation s'explique par la possibilité de plusieurs modes de dissociation de la molécule, avec production soit d'atomes normaux, soit d'atomes activés. — MM. **Charles Moureu**, **Charles Dufraisse** et **Pierre Lotte** : *Phénomènes de luminescence chez les satellites du rubrène. Deux hydrocarbures phosphorescents : le corps dit « brun » et le corps jaune.* La réaction génératrice du rubrène donne naissance en même temps à plusieurs autres corps, les satellites du rubrène. Chez aucun de ces satellites les auteurs n'ont pu retrouver la propriété fondamentale du rubrène : l'oxydabilité réversible ; mais ils ont constaté des phénomènes de luminescence intéressants chez deux d'entre eux qui ont reçu, à cause de leurs teintes, les noms de corps brun et de corps jaune. — Mlle **Suzanne Veil** : *Oxyde mixte de nickel-cobalt et ferrite correspondant.* — MM. **L. Meunier** et **M. Lesbre** : *Nouvelle méthode d'observation de l'évolution des solutions des sels chromiques.* — MM. **R. Bernard** et **P. Job** : *Sur l'oxydation des sels de cobalt en liqueur alcaline.* Ni en présence d'eau oxygénée, ni en présence d'eau de brome, l'oxydation ne consiste en un simple passage du cobalt de la valence 2, à la valence 3, par action d'un atome d'oxygène sur deux atomes de cobalt. Au contraire dans les deux cas, un atome d'oxygène agit sur un atome de cobalt, selon le schéma $CoO + O \rightarrow$. Il semble donc que le passage de l'état cobalteux à l'état cobaltique se produise par l'intermédiaire d'un composé percobaltique (CoO^2), où le cobalt serait tétravalent. — MM. **Jean-Baptiste Senderens** et **Jean Aboulenc**. *Déshydratation catalytique des alcools forméniques par les bisulfates alcalins.* — M. **J. Grard** : *Sur la dialdéhyde malonique bromée.* — MM. **L. Palfray** et **B. Rothstein** : *Sur le cyclohexanediol 1.3 (résorcite) : isomères stéréochimiques et dérivés halogénés.* — M. **F. François** : *Sur les sclénoxanthydrols. Leur basicité.*

Séance du 27 Janvier 1930.

1° Sciences mathématiques. — M. **Serge Bernstein** : *Sur une classe de polynomes d'écart minimum.* — M. **Louis Roy** : *L'équation fondamentale des ondes de choc sur les surfaces élastiques.* — M. **Alexandre Ostrovski** : *Sur quelques généralisations du produit d'Euler* $\prod_{\nu=0}^{\infty}(1+x^{2\nu})$.

— M. **S. Stoïlov** : *Du caractère topologique d'un théorème sur les fonctions méromorphes.* — MM. **Brecka** et **Gueronimus** : *Sur une inégalité pour les polynomes monotones.* — M. **Henri Eyraud** : *La sommation des intégrales divergentes dans la théorie des spectres.* — MM. **M.-A. Andronov** et **A. Witt** : *Sur la théorie mathématique des auto-oscillations.* — M. **F. Campus** : *La fibre moyenne des grandes voûtes hyperstatiques.*

2° Sciences physiques. — M. **Maurice Lambrey** : *Influence des gaz étrangers sur le spectre d'absorption de l'oxyde azotique.* L'étude spectroscopique de l'équilibre chimique $2NO^2 \rightleftarrows 2NO + O^2$ montre, au moins d'une manière qualitative, que le mélange d'un gaz absorbant tel que NO^2 avec l'oxyde azotique provoque également une augmentation de la densité optique de ce dernier. Tous se passe en effet comme si la quantité de NO présente, calculée d'après les coefficients d'absorption du gaz pur, était plus grande que celle indiquée par les chimistes lors de l'équilibre, compte tenu de la décomposition photochimique de NO^2 par la lumière ultraviolette. — M. **Félix Ehrenhaft** : *Magnétophotophorèse et électrophotophorèse.* — M. **J.-J. Trillat** : *Sur la structure de la gélatine.* Dans le cas de la gélatine, comme dans le cas de la cellulose ou du caoutchouc, il doit se former des chaînes de valence principales par accolement bout à bout de groupes élémentaires ayant une longueur de 9,7 Å. Un certain nombre de ces chaînes forme un cristallite, et un certain nombre de cristallites forme un micelle. — MM. **G. Friedel** et **R. Weil** : *Influence de la symétrie du milieu sur la symétrie des formes cristallines.* La symétrie des formes cristallines n'est pas régie par la seule symétrie du cristal. Ces formes en effet n'appartiennent pas seulement au cristal, mais aussi bien au milieu ambiant, puisqu'elles sont la limite commune au cristal et au milieu. Il s'ensuit que la symétrie de la forme résulte à la fois de la symétrie du cristal et de celle du milieu. Les seuls éléments de symétrie qui appartiennent nécessairement à la forme extérieure sont les éléments de symétrie communs au cristal et au milieu. — MM. **Jean Dalsace**, **M. Gory** et **Nemours-Auguste** : *Essai sur la visibilité radiographique du rein.* — M. **J. Décombe** : *Passage des éthers β-cétoniques aux éthers β-aminés.* — M. **L. Haskelberg** : *Recherches sur la préparation d'éthers glycériniques des amino-acides.* — M. **Augustin Boutaric** et Mlle **Madeleine Roy** : *Recherches sur la sédimentation des suspensions d'argile.*

Séance du 3 Février 1930.

1° Sciences mathématiques. — M. **Marcel Brelot** : *Sur l'équation $\Delta u = cu$, où $c > 0$ admet des points singuliers, et sur une équation de Fredholm correspondante à noyau singulier.* — M. **S. Soboleff** : *Sur les solutions analytiques des systèmes d'équations aux dérivées partielles avec deux variables indépendantes.* — M. **J.-S. Lappo-Danilevski** : *Observations sur notre Note « Fonctions analytiques d'une seule substitution variable ».*

2° Sciences physiques. — M. **T. Takeuchi** : *Mouvement brownien dans un champ de radiation thermique.* — MM. **E. Darmois** et **J. Martin** : *Influence des molybdates alcalins sur le pouvoir rotatoire du glucose.* — M. **E. Sevin** : *Sur l'émission des raies spectrales dans un champ électrique.* — M. **R. Deaglio** : *Action de la lumière sur les phénomènes thermioniques.* — Lorsqu'on applique au filament incandescent une tension anodique positive mais suffisamment petite, c'est-à-dire lorsque le courant thermo-électronique est loin de la saturation, l'accroissement du courant thermo-électronique par effet de l'éclairement du filament est de l'ordre de 10^{-8} ampère, et le centième seulement de cet accroissement peut être attribué à l'accroissement de température du filament par effet de la lumière. L'effet observé est donc presque complètement un effet photo-électrique vrai. Lorsqu'il y a saturation, on observe un accroissement du courant thermo-électronique par l'effet de la lumière, mais on ne peut plus conclure en faveur d'un effet photo-électrique vrai parce que, dans ces conditions, l'accroissement de température du filament par l'éclairage donne lieu à un accroissement du courant thermo-électrique du même ordre de celui observé. — M. **E. Toporescu** : *Sur le potentiel des métaux dans les liquides purs.* Il n'y a aucun parallélisme entre les différences de potentiel et les constantes diélectriques, mais les différences observées peuvent dépendre de la structure intime du liquide, c'est-à-dire de l'édifice moléculaire. — M. **Schlibitch** : *Les transformations photochimiques et les piles photovoltaïques.* — MM. **F. Bourion** et **E. Rouyer** : *Etude ébullioscopique des équilibres moléculaires de la résorcine dans les solutions de chlorure de baryum.* — M. **Ballay** : *Les dépôts électrolytiques sur l'aluminium et ses alliages.* L'auteur a cherché une méthode générale pour le nickelage des alliages d'aluminium pur, un dépôt adhérent préalable de nickel permettant évidemment de déposer électrolytiquement du cuivre, du cadmium, de l'argent, de l'or, etc. A froid, des dépôts d'une adhérence remarquable peuvent être obtenus dans des solutions riches en fer mais la corrosion est trop forte pour qu'ils soient pratiquement intéressants lorsque les pièces doivent être polies. C'est dans les solutions acides (chlorhydriques) de chlorures ferriques bouillantes ou au voisinage de l'ébullition que les résultats sont les plus intéressants, et la méthode industrielle ainsi obtenue est d'application très simple et d'une grande souplesse. — M. **R. Cornubert** : *Constitution des combinaisons dites tétrahydropyroniques.* — MM. **Max** et **Michel Polonovsky** : *Passage d'un aminoxyde tertiaire en une dialcolyhydroxylamine : la N-oxynornarcéine.*

3° Sciences naturelles. — M. **Pierre Viennot** : *Sur la géologie du Massif de la Rhune (Basses-Pyrénées).* — M. **M. Cazalas** : *Sur l'évolution du vacuome des* Chara *dans ses relations avec les mouvements du cytoplasme.* Jusqu'ici les exemples connus de dislocation et d'agrégation du vacuome n'avaient été signalés que chez les plantes carnivores, telles que les *Drosera* et les *Drosophyllum* : on rattachait cette propriété à l'influence d'excitations naturelles ou artificielles en relation avec le mode de nutrition de ces plantes. Les observations sur *Chara major* var. *hispida*, présentées par l'auteur dans la présente Note, montrent que ces phénomènes ne sont pas particuliers aux plantes carnivores. — Mlle **Gabrielle Bonne** et M. **S. Buchet** : *Sur un curieux cas de prolifération florale chez* Rosa alpina. Il s'agit d'une

fleur prolifère, dont l'axe prolongé n'était, si l'on peut dire, que le *réceptacle évaginé* et considérablement allongé, présentant sur toute sa longueur, à des hauteurs successives, la libération désordonnée des pétales, étamines et carpelles plus ou moins reconnaissables malgré leur tendance, de plus en plus grande de bas en haut, à prendre l'aspect foliacé. L'examen de cette monstruosité permet de jeter quelque lumière sur la construction florale de la Rose, sur les affinités du genre *Rosa* avec ses voisins et peut-être aussi de donner la vraie signification des proliférations bien connues des Roses cultivées dont les exemples étudiés jusqu'alors étaient trop retournés au type foliaire pour qu'on y retrouve comme ici la nature florale des appendices. — M. **G. Dinulescu** : *Sur la présence en France du* Gastrophilus inermis. L'auteur a observé d'avril à septembre, l'évolution des larves de *Gastrophilus inermis*, fixées dans le rectum de chevaux tués. Elles effectuent à l'intérieur de l'hôte le début du stade nymphal qu'elles achèvent généralement dans la terre, et l'auteur a pu obtenir par élevage quelques individus adultes. Ce Gastrophile, répandu en France, doit être plus fréquent à l'état adulte pendant le mois de juillet, mais sa présence ne dépasse pas le milieu du mois d'août. Cette période correspond avec l'apparition, sur les chevaux, de la myase gastrophilienne des joues. — M. **L. Mercier** : *Variation de certaines pièces de l'armature génitale mâle de* Pollenia rudis *F.* (*Diptère* Calliphorinae) ; *importance de cette variation pour la notion d'espèce chez les Myodaires supérieurs*. L'étude de l'*aedeagus* (pénis) et du *forceps* de nombreux mâles de *Polenia rudis* F. montre que ces organes présentent de la variation dans leur structure. L'auteur a reconnu l'existence de trois types se rapportant respectivement aux formes suivantes : *P. rudis rudis* F., *P. rudis luciencis* Mercier et *P. rudis bisulca* Pand. Il admet que ce sont des espèces jointives, c'est-à-dire des formes dont la valeur au point de vue génétique n'est pas établie, mais qui peuvent cependant être différenciées par les taxinomistes. — M. **Raymond Hovasse** : *Un mode de symbiose nouveau chez les Cochenilles*. L'étude monographique d'une Cochenille *Marchalina hellenica*, parasite des pins, près de Constantinople, a montré à l'auteur un mode de symbiose nouveau non pas seulement pour les Cochenilles, mais aussi pour tous les Hémiptères. Le tissu à symbiotes est en effet ici constitué par une partie du tube digestif. Les symbiotes examinées sont des *bactéries typiques* ne prenant pas le Gram. La symbiose d'une bactérie avec un Hémiptère est également un fait nouveau : la bactérie n'est du reste pas le seul symbiote de la cochenille, et l'auteur a obtenu, sur milieu approprié, une levure à bourgeonnement actif. L'Insecte utilise son symbiote bactérien comme une réserve alimentaire dont on comprend toute l'importance pour la phase adulte de l'Insecte, sachant que la bouche n'y est plus fonctionnelle. Cette symbiose est donc plus avantageuse pour l'Insecte que pour la bactérie. — M. **E. Roubaud** : *Suspension évolutive et hibernation larvaire obligatoire provoquées par la chaleur, chez le moustique commun*, Culex pipiens *L. Les diapauses vraies et les pseudo-diapauses chez les Insectes*. En faisant varier les conditions thermiques de développement du Moustique, à l'Insectarium, l'auteur a pu constater que les larves peuvent expérimentalement être affectées par une phase d'arrêt évolutif ou de torpeur spontanée, présentant tous les caractères que l'auteur a définis pour les diapauses *vraies* des Insectes. Il ne faut pas entendre sous ce nom de simples arrêts métaboliques provoqués par des actions banales inhibitrices du développement qui ne sont que des *pseudo-diapauses*, et qui cessent dès que cesse d'agir l'action empêchante. La diapause vraie correspond à un état de surmenage, de dépression ou de fatigue pour lequel l'auteur a créé le terme d'*asthénobiose*, qui ne cède qu'à une mise au repos prolongée. L'action réactivante se présente, au point de vue de la reprise du développement ultérieur, avec la valeur d'une nouvelle intervention génératrice ou fertilisante, obligatoire que l'auteur a dénommée fécondation secondaire. — MM. **J. Lefèvre** et **Auguet** : *Comment l'état hygrométrique de l'air peut influencer le métabolisme. De l'hypotonus en milieu chaud et humide*. — M. **Pierre Girard** et **J. Parrod** : *Formation d'hydrodroxyméthyl-4-imidazol, à basse température, à partir du fructose en solution d'hydroxyde de cuivre ammoniacal*. Le présent travail, en accord avec les observations des botanistes sur le rôle des sucres cétoniques dans l'élaboration des substances protéiques à partir de l'ammoniaque, montre qu'il est possible, à la température ordinaire, par agitation dans l'oxygène, d'obtenir à partir de l'ammoniaque et du fructose, en utilisant l'hydroxyde de cuivre comme agent d'oxydation du sucre, l'hydroxyméthyl-4-imidazol. L'intérêt de ce résultat est que l'histidine, l'une des bases hexoniques fournies par l'hydrolyse des protéines, résulte de la conjugaison en 4 de l'imidazol et de l'analine. — M. **A. Paillot** : *Les réactions cellulaires et humorales d'immunité antimicrobienne dans le phénomène de la symbiose chez* Macrosiphum Jaceae. Il existe chez *Macrosiphum Jaceae* plusieurs types de réaction d'immunité antimicrobienne naturelle ; le phénomène de la symbiose est la résultante de toutes ces réactions. Il y a : 1° Phagocytose de bacilles par les micronucléocytes après multiplication dans la cavité générale. 2° Agglutination des bacilles libres du sang au contact des mycétocytes et pénétration de ces bacilles dans la couche cytoplasmique. 3° Fixation des micronucléocytes libres chargés de bacilles par les mycétocytes ; les micronucléocytes s'incorporent ensuite à la masse du mycétone. 4° Transformation des éléments bacillaires en formes géantes. Bacilles et formes géantes passent ensemble dans l'œuf d'hiver et forment, dans le vitellus, un amas volumineux situé à l'un des pôles, qui peut être assimilé aux amas microbiens qu'on observe dans le sang d'animaux supérieurs en état d'immunité. — M. **Y. Manouélian** : *Syphilis héréditaire et formes évolutives du tréponème*. Une mère, saine en apparence et ne présentant pas de manifestation syphilitique, donne naissance à un enfant bien conformé, indemne de lésions cutanées et muqueuses et qui meurt peu de temps après l'accouchement. L'examen des viscères ne révèle ni tréponèmes, ni autre microorganisme ; pas de lésions appréciables. Seul, le cordon est atteint d'une vive inflammation *uniquement* localisée au niveau de la

veine ombilicale où fourmillent les tréponèmes. C'est le troisième cas connu de syphilis héréditaire où seul le cordon ombilical contient des tréponèmes. — M. **J. Alquier**, Mlle **L. Asselin**, Mme **M. Kogane** et Mlle **G. Silvestre de Sacy** : *Variations de la composition minérale du tissu osseux chez le rat normal, rachitique, et guéri du rachitisme expérimental*. Il résulte des travaux des auteurs que la guérison du rachitisme, contrôlée cliniquement et radiologiquement, ne coïnciderait pas avec un retour à la minéralisation normale des os. Le lait sec irradié, dans la proportion de 5 pour 100 d'un régime rachitigène, est un agent actif de reminéralisation. Le lait sec non irradié, dans la proportion de 20 pour 100, guérit en outre le rachitisme.

Séance du 10 *Février* 1930.

1° Sciences mathématiques. — M. **Serge Bernstein** : *Sur la limitation des dérivées des polynomes*. — M. **Louis Roy** : *La propagation des ondes sur les surfaces élastiques à six paramètres*. — M. **Bertrand Gambier** : *Configurations*. — M. **Paul Delens** : *Sur les représentations des cercles*. — M. **N. Lusin** : *Sur le problème de M. J. Hadamard d'uniformisation des ensembles*. — MM. **L. Kantorovitch** et **E. Livenson** : *Sur les δs-fonctions de M. Hausdorff*. — M. **Henri Cartan** : *Les fonctions de deux variables complexes et les domaines cerclés de M. Carathéodory*. — M. **Miloch Radoïtchitch** : *Sur les domaines fondamentaux des fonctions mésomorphes*. — M. **Lucien Féraud** : *Extension au cas d'un nombre quelconque de degrés de liberté d'une propriété relative aux systèmes Pfaffiens*. — M. **Cetajev** : *Sur la réciproque du théorème de Lagrange*. — M. **Henri Mineur** : *Le mouvement des étoiles doubles sous l'action du champ de gravitation de la galaxie*.

2° Sciences physiques. — M. **Jean Courrègelongue** : *Sur la formation des mouvements tourbillonnaires à l'arrière des solides immergés*. — M. **G. Mouret** : *Conditions du passage, par une section, d'un courant permanent à ciel ouvert uniforme ou graduellement varié*. — M. **G. Ribaud** : *Sur le calcul de la température des flammes et leur teneur en hydrogène atomique*. L'auteur a recherché l'influence de la dissolution en hydrogène atomique de l'hydrogène qui se trouve au sein de la flamme, et il a calculé la température en tenant compte de cette dissociation. Dans ses calculs il a admis pour les chaleurs spécifiques des gaz aux températures élevées et pour les fractions de dissociation de CO^2 et H^2O les valeurs indiquées par Bjerrum, pour les fractions de dissociation de H les nombres obtenus par Langmuir et pour la chaleur de dissociation de la molécule d'hydrogène la valeur moyenne 100.000, actuellement la plus probable. — M. **E. Darmois** : *Sur l'action de l'acide borique et des borates sur le pouvoir rotatoire de l'acide tartrique*. — Mlle **Stéphanie Maracineanu** : *Remarques sur une Note de MM. Fabry et Dureuil, intitulée : Sur une prétendue transformation du plomb*. L'auteur soutient ses résultats antérieurs, contestés par MM. Fabry et Dureuil, et donne quelques explications supplémentaires. Pour elle, le fait que les deux faces du plomb de la toiture de l'Observatoire de Paris ne présentent pas le même spectre est certain et les différences ne tiennent pas seulement au fer et au charbon. — M. **G. Reboul** : *Sur un procédé d'activation de la matière*. Les caractères de l'activité des lames métalliques sont indépendants de leur nature, de la composition des cellules et des conditions de leur fonctionnement, l'origine de l'activité doit être par conséquent cherchée dans le milieu environnant : il paraît probable que les centres électrisés, produits dans le gaz par le fonctionnement des cellules, servent de noyaux et vient se déposer sur les lames métalliques ; le processus serait analogue à celui de la précipitation par l'aigrette électrique des poussières radioactives en suspension dans l'atmosphère. — MM. **A. Astruc**, **M. Mousseron** et Mlle **N. Bouissou** : *Sur un nouveau procédé de microdosage de l'ion calcium*. — MM. **Lespieau** et **Bourguel** : *Sur une érythrite éthylénique*.

3° Sciences naturelles. — M. **Louis Glangeaud** : *Sur l'âge des couches à Orbitolines du nord de la province d'Alger*. — M. **Henri Termier** : *Sur l'extension verticale du genre* Spiriferina *au Maroc*. Après examen de deux gisements particulièrement typiques, l'auteur arrive à la conclusion que les spiriférines ont persisté dans le Maroc plus longtemps que dans le Nord-Ouest de l'Europe. — M. **Raymond Furon** : *Sur la présence du cuivre dans le Soudan occidental français*. Dans un ravin situé à l'Ouest de Sirakoro, l'auteur a découvert des bancs de grès fortement imprégnés de sels de cuivre : malachite et chrysocolle. Des fouilles sommaires ont révélé la pré-présence de trois bancs, au moins, de grès cuprifères, mesurant ensemble environ 1 m. Un échantillon moyen contient près de 12 pour 100 de cuivre métal. Cette découverte est la première qui soit faite du cuivre dans le Soudan occidental français. — M. **Guilliermond** : *Sur la formation des zoosporanges et la germination des spores chez un* Saprolegnia, *en cultures sur milieux nutritifs additionnés de rouge neutre. Le* Saprolegnia étudié parcourt tout son développement en milieu nutritif additionné de rouge neutre, depuis la germination de la spore jusqu'à la formation de la zoosporange, et pendant toutes les phases de sa croissance, il accumule le rouge neutre dans ses vacuoles. Seule la reproduction sexuelle n'a pu être réalisée, mais il s'agissait probablement d'une forme devenue agame. Le rouge neutre est donc un colorant extrêmement peu toxique, et d'un usage précieux pour l'étude des vacuoles. — MM. **Marc Bridel** et **C. Charaux** : *L'oroboside, nouveau glucoside hydrolysable par l'émulsine, retiré de l'*Orobus tuberosus *L.* et *ses produits d'hydrolyse : glucose et lorobo*. Cristallisé dans l'alcool à 40° l'oroboside se présente sous la forme de prismes microscopiques, assez larges et isolés. Sa couleur est jaune pâle. Il fond à + 220° — 221°. Il est lévogyre et réducteur. L'orobol, cristallisé dans l'acide acétique au demi se présente comme un produit floconneux, d'un jaune pâle, un peu plus vif que celui de l'oroboside. Il est constitué par des aiguilles courbes, groupées. Il fond à + 270°,5. Il est inactif sur la lumière polarisée ; il est réducteur. Ses propriétés permettent de le considérer comme une tétrahydroxyflavone. — MM. **H. Lagatu** et **L. Maume** : *Observation, par le diagnostic foliaire, du phénomène de remplacement physiologique mutuel de deux bases : chaux et potasse*. La feuille

de la Pomme de terre dispose, dans une assez large mesure du rapport de ses teneurs en potasse et en chaux pour adapter son travail chimique, non seulement aux besoins spéciaux de chaque nouveau tissu (feuilles, tubercules), mais aussi aux ressources que lui offre chaque sol par l'intermédiaire des racines. Il est digne de remarque que la feuille du domaine de Malbosc (terre non calcaire) prédestinée à faire son lest alcalin avec la potasse et non avec la chaux, soit dès le début, alors que la chaux ne paraît pas manquer encore, beaucoup plus riche en potasse que la feuille de la terre calcaire, de telle sorte qu'elle puisse livrer de la potasse aux nouveaux tissus en formation et cependant mourir riche en potasse. — MM. **Lenglen** et **Durier** : *Appréciation de la valeur des calcaires broyés employés en agriculture.* A égalité de finesse de mouture, la solubilité carbonique d'un calcaire peut varier dans de très larges limites suivant sa structure physique. Cette solubilité augmente pour un même calcaire suivant son degré de ténuité, en raison inverse de la grosseur des grains de celui-ci. Elle croît régulièrement s'il s'agit d'un calcaire tendre ; s'il s'agit d'un calcaire compact plus ou moins cristallisé elle augmente progressivement pour toutes les poudres constituées par des grains dont les dimensions varient de 2 mm. à 0,08 mm. ; pour les grains inférieurs à 0,08 mm., la solubilité s'élève brusquement et le plus souvent du simple au double par rapport à celle de la poudre précédente. — M. **Charles Pérez** : *Asymétrie viscérale et dimorphisme des spermatophores chez quelques Pagures.* A l'asymétrie viscérale est lié, chez certains Pagures (*Eupagurus bernhardus*), un remarquable dimorphisme entre les spermatophores de droite et de gauche. Le contraste est encore plus accentué chez les *Anapagurus*, où les spermatophores de droite et de gauche du même individu sont au moins aussi différents entre eux que les spermatophores de deux Paguriens appartenant à des genres éloignés. — Mlle **Simone Mouchet** : *Morphologie comparée des canaux déférents de quelques Pagures.* Dans les six espèces de Pagures étudiées par l'auteur on distingue, du testicule à l'orifice génital, les zones suivantes : 1° une hélice ou une spirale dextre ; 2° une hélice ou une spirale sénestre : 3° une partie irrégulièrement contournée puis rectiligne. Quatre dispositions sont possibles suivant que coexistent deux spirales, deux hélices, une spirale et une hélice ou une hélice et une spirale. Ces divers cas se trouvent réalisés, le premier chez *Eupagurus Bernhardus, Eup. Prideauxi, Anapagurus hydmanni* (à droite et à gauche), le deuxième chez *Diogenes pugilator*, le troisième chez *Eupagurus Cuanensis*, le quatrième chez *Clibanarius misanthropus*. — M. **P. Portier** et Mlle **de Rorthays** : *Mode de vol des Insectes et charge alaire par unité de surface.* Comme pour les Oiseaux, on peut distinguer parmi les Insectes, ceux qui pratiquent le *vol ramé*, et ceux qui utilisent le *vol plané* par glissement sur l'air. Le vol ramé est de beaucoup plus répandu. Il exige une dépense d'énergie beaucoup plus considérable que le vol plané. Ce dernier n'a été observé que chez certaines familles de Lépidoptères Rhopalocères. Il semble avant tout déterminé par deux facteurs : la charge par unité de surface des ailes et la vitesse de progression de l'insecte. Il existe une concordance très frappante entre les modes de vol des divers Insectes et leurs caractéristiques anatomo-physiologiques. — MM. **H. Simonnet** et **G. Tanret** : *Sur la toxicité pour les animaux de laboratoire de hautes doses d'ergostérol irradié.* Une espèce donnée a, pour l'ergostérol irradié, une sensibilité extrêmement différente de celle des autres espèces. Après le chat, le lapin est l'animal le plus sensible. Ce produit est peu toxique pour les souris, les cobayes, le rat et le chien. La lésion la plus constante et la plus importante qu'il provoque est la calcification du système artériel, de l'aorte en particulier. Les animaux en gestation supportent bien l'ergostérol irradié ; la quantité de facteur D accumulé pendant l'allaitement protège les petits contre toute carence ultérieure. Le peroxyde d'ergostérol, irradié, s'est montré dépourvu de toute propriété antirachitique sur le rat et de tout pouvoir toxique sur le Lapin. — M. **F. Labrousse** et Mlle **S. Philippon** : *Phénomènes d'oxydo-réduction observés au cours du développement de quelques champignons.* Les faits rapportés dans cette Note viennent confirmer les conclusions auxquelles les auteurs sont arrivés antérieurement, à savoir que, en ce qui concerne les champignons étudiés jusqu'ici, les propriétés oxydantes ou réductrices qu'ils manifestent en présence d'indicateurs convenables, sont exclusives les unes des autres. — M. **H. Bierry** : *Sucre protéidique et mannose chez les mammifères.* Comme le sucre protéidique se trouve constamment dans le sang total et le plasma des divers animaux, l'auteur a voulu vérifier si le groupement prothéique hydrocarboné des protides d'animaux, d'espèces variées, renfermait du mannose. Une première série d'expériences a montré la présence d'un polyholoside, générateur du mannose, dans les protéides plasmatiques de différents Mammifères (cheval, chien, âne, mulet) et d'Oiseaux (poule). La mannose peut être facilement dosée à partir de la mannosehydrazone. La présence constante, dans les proétides plasmatiques, d'un polysaccharide, des animaux supérieurs et celui de la levure.

Séance du 17 *Février* 1930.

1° Sciences mathématiques. — M. **A. Buhl** : *Sur la planification des familles de surfaces analytiques.* — M. **Marcel Brelot** : *Sur l'équation* $\Delta u = c(x, v)\, u(x, v)$ $(c > o)$. — M. **Michel Fekete** : *Sur les changements de signe d'une fonction dans un intervalle donné.* — M. **Basile Demtchencko** : *Sur un problème mixte.* — M. **Vladimir Bernstein** : *Sur les fonctions entières et les séries de Dirichlet.* — M. **Paul Lévy** : *Sur quelques inégalités relatives aux fonctions entières.*

2° Sciences physiques. — M. **L. Pirot** : *Détermination des positions astronomiques en vue de l'étude de la déviation de la verticale autour de la péninsule Armoricaine.* — M. **Luis Rodès** : *Périodes diurne et annuelle dans la distribution de 1944 tremblements de terre enregistrés par un même sismographe.* Les résultats obtenus par l'auteur paraissent démontrer que des changements de température même faibles, sont un facteur important dans la production des tremblements de terre en général, et l'homogéinéité des renseignements analysés dans la présente Note, ne permet pas de mettre en doute l'in-

fluence directe du Soleil dans la genèse des tremblements de terre. — MM. **D. Chalonge** et **Ny Tsi-Zé** : *Spectres continus de l'hydrogène liés aux séries de Balmer et de Paschen.* — MM. **G Déjardin** et **R. Ricard** : *Sur la structure du premier spectre d'étincelle de mercure* HgII. — M. **J. Perreu** : *Sur la chaleur de dissolution limite de l'hyposulfite de soude et du sulfate de magnésie hydratés.* Les diverses méthodes employées pour déterminer la chaleur de dissolution limite de ces deux sels donnent des valeurs assez concordantes. La chaleur de dissolution limite de l'hyposulfite, obtenue par extrapolation, est L = — 7 cal. 49, celle du sulfate de magnésie, L = —4 cal 13. —M. **Armel Sévault** : *Sur les bronzes d'aluminium spéciaux, au zinc, au silicium et à l'antimoine.* — M. **Ch. Bedel** : *Sur le silicium fondu compact et la densité de cet élément.* On peut attribuer au silicium cristallisé et au silicium fondu convenablement divisé une même densité, qui est égale à 2,33. Pour les fragments fondus préparés par l'auteur, elle est inférieure, sans toutefois s'abaisser au-dessous de 2,30. — M. **Georges Laude** : *Nouvelles synthèses de l'acide cyanique et de l'urée par oxydation, en présence d'ammoniaque, du carbone et de ses dérivées.* L'auteur démontre que l'acide cyanique se produit lorsqu'on oxyde en présence d'ammoniaque les représentants des fonctions qui suivent : alcaloïdes, corps à noyau hétérocyclique oxygéné ou azoté, dérivés halogénés de carbures saturés, carbures d'hydrogène cyclaniques, cycléniques, cycliques et aliphatiques. Si des molécules aussi complexes que les alcaloïdes et les noyaux hétérocycliques peuvent se dégrader en carbimide, le corps le plus simple de la Chimie organique, le carbone, est capable lui-même de s'unir dans les mêmes conditions à l'azote, à l'oxygène et à l'hydrogène pour former l'acide cyanique. — M. **Deluchat** : *Sur une classe de glycols benzéniques.* — M. **R. Cornubert** : *Existence possible de plusieurs dibenzylidènecyclopentanones.* — MM. **Marcel Godchot** et **Max Mousseron** : *Sur l'hydrogénation de l'octohydrophénazine.* En soumettant l'octohydrophénazine (base non saturée) dissoute dans l'alcool absolu à l'action du sodium, les auteurs ont obtenu la base saturée correspondante, c'est-à-dire un dérivé de la pipérazine; la bis-tétraméthylène-pipérazine. — MM. **Ch. Brioux** et **Edg. Jouis** : *Action neutralisante sur le sol des silicates de la chaux hydraulique.*

3° Sciences naturelles. — M. **Cannon** : *Le système sympathique comme agent de la stabilité de l'organisme.* L'auteur a pu enlever complètement les deux troncs sympathiques depuis le ganglion cervical supérieur jusqu'aux ganglions pelviens chez des Chats, des Chiens et des Singes, et il a constaté qu'il y a d'importantes déficiences dans l'organisme sympathectomisé. Il conclut que c'est la partie sympathique du système autonome qui agit directement et rapidement pour protéger contre toute funeste modification du milieu intérieur. En mobilisant les réserves de l'organisme et en modifiant la vitesse des processus métaboliques, elle fait en sorte que le milieu intérieur reste constant. Le système sympathique peut donc être considéré comme l'agent spécial et immédiat de la stabilité de l'organisme. — MM. **F. Rathery**, **R. Kourilsky** et **Yvonne Laurent** : *La recharge glycémique du foie.* La recharge glycémique du foie se retrouve constamment chez le Chien normal, le chiendé pancréaté, le chien inanitié et phloriziné. Cette fonction de recharge glycémique du foie persiste quel que soit le taux du glycogène hépatique que celui-ci reste élevé (chien normal), qu'il soit légèrement (chien inanitié) ou fortement abaissé (chien dépancréaté) ou qu'il ne subsiste qu'à l'état de traces (chien inanitié et phloriziné), toujours le foie fabrique du sucre et le déverse dans la veine sus-hépatique. La fonction glycogénique du foie ne joue donc qu'un rôle accessoire dans la production du phénomène. — M. **Philippe Fabre** : *Sur la loi d'excitation neuro-musculaire par décharges électriques brèves chez l'homme.* Des opinions diverses ont été émises sur la loi qui relie pour les muscles rapides, les quantités d'électricité excitatrices de la secousse liminaire en fonction des temps de passage très brefs. L'expérience pratiquée par l'auteur paraît établir que la quantité liminaire à débiter en des temps très brefs est indépendante de la durée de la décharge. — MM. **A. Leulier** et **L. Revol** : *Sur la localisation de l'adrénaline virtuelle.* Sans préjuger en rien de la forme sous laquelle l'adrénaline est masquée dans la médullaire fraîche, les chiffres donnés par les auteurs démontrent que cette médullaire s'enrichit considérablement par dessiccation dans le vide et que l'adrénaline libre aussi bien que virtuelle y semble étroitement localisée. Par contre il n'a pas été permis de noter le moindre phénomène d'enrichissement dans la corticale, et tout se passe comme si la zone corticale n'intervenait point dans la libération d'adrénaline virtuelle. — MM. **G. Mouriquand**, **A. Leulier** et **P. Sedallian** : *Sur l'arrêt de l'intoxication diphtérique par le placenta.* Le placenta arrête la toxine diphtérique ou tout au moins les phénomènes d'intoxication auxquels elle donne naissance, et en particulier en ce qui concerne les surrénales.

Séance du 10 *Mars* 1930.

1° Sciences mathématiques. — M. **Paul Lévy** : *Sur la probabilité et la fréquence asymptotiques des différentes valeurs des quotients complets et incomplets d'une fraction continue.* — M. **Elie Cartan** : *Les représentations linéaires du groupe des rotations de la sphère.* — M. **Georges Giraud** : *Sur certains problèmes aux limites concernant les équations du type elliptiqme.* — M. **Paul Flamant** : *La réduction et l'indépendance des conditions imposées aux familles de vecteurs abstraits.* — M. **Georges Valiron** : *Sur les fonctions entières définies par une classe de séries de Dirichlet.*

2° Sciences physiques. — MM. **P. Dupin** et **M. Teissié-Soller** : *De la répartition des pressions autour d'un cylindre immergé.* — M. **Alex. Véronnet** : *Le déplacement des pôles et la dérive des continents.* Les géologues ont découvert des traces de glaciers jusque dans la zone équatoriale, au début des périodes géologiques. On a pensé d'abord que les pôles avaient pu se déplacer, mais on n'a trouvé aucune cause suffisamment explicative, et Wegener a essayé d'expliquer ces faits par sa théorie du déplacement relatif des continents les uns par rapport aux autres. L'auteur a trouvé que l'action de la précession permet d'expliquer ce déplacement des pôles, et tel est l'objet de cette Note. — M. **Corps** : *Sur l'interpréta-*

tion des expériences de Sagnac et de Michelson. — M. **Henri Mineur** : *Le champ de gravitation d'une masse variable.* — M. **F. Joliot** : *Propriétés électriques et structure des films métalliques obtenus par projection thermique et cathodique.* — M. **Pélabon** : *Sur le redresseur à oxyde de cuivre.* — MM. **A. Catt n** et **G. Dupouy** : *Sur les mesures de bi-réfringence magnétiques avec le grand électro-aimant de Bellevue.* — MM. **D. Chalonge** et **Ni-Tsi-Zé** : *Variations du spectre continu de la molécule d'hydrogène avec les conditions d'excitation.* Il résulte de l'étude préliminaire résumée dans cette Note, que la courbe d'énergie du spectre continu de la molécule d'hydrogène peut subir des déformations importantes et affectant très différemment les diverses radiations : mais on ne peut encore en conclure avec certitude que le spectre observé est la superposition de plusieurs spectres continus distincts dont l'intensité relative changerait avec l'excitation ainsi que le suggère la théorie de Winans et Stueckelberg. — MM. **G. Déjardin** et **R. Ricard** : *Sur le premier spectre d'étincelle du mercure Hg II.* — M. **A. Smits** et Mlle **C. H. Macgillavry** : *Remarques sur la Note de Mlle Maracineanu.* Actuellement il n'est pas encore prouvé que la radioactivité trouvée sur le plomb du toit de l'Observatoire de Paris soit vraiment causée par le soleil, comme le prétend Mlle Maracineanu. On doit en effet décider si c'est vraiment le Soleil ou un dépôt radioactif de l'atmosphère, ou une autre raison qui cause cet effet après un temps suffisamment long. Il faut aussi se rendre compte du fait que le plomb, à moins qu'on ne lui fasse subir d'avance un traitement tout à fait spécial, montre toujours des raies du mercure, que l'on trouve aussi dans les spectres de différents autres métaux. — M. **H. Deslandres** : *Remarques sur la Communication précédente.* — M. **Pierre Poulenc** : *Bromosels alcalins du rhodium.* Le remplacement du chlore par le brome dans les complexes du rhodium influe sur le type du complexe et sur sa stabilité, exception faite pour le sel de Na. Plus le nombre d'atomes de brome est grand, moins est grande la stabilité du complexe : le plus souvent on ne peut pas arriver jusqu'au type normal $[RhX^6]M^3$ qui est fréquent dans les composés chlorés ; ce fait s'explique du reste par la théorie de Kossel-Magnus, le rayon plus grand de l'atome de brome le tenant plus éloigné de l'atome central que l'atome de chlore. — M. **Marcel Godchot** et Mlle **G. Cauquil** : *Sur les méthylcycloheptanols.* — MM. **R. Cornubert** et **R. Humeaou** : *Propriété ultime du groupe carbonyle.* — M. **Léon Piaux** : *Sur quelques iodures quaternaires dérivés de l'acide phénylaminoacétique et sur les bétaïnes correspondantes.*

3° Sciences naturelles. — M. **O. Munerati** : *Observations sur la durée du cycle de la betterave.* En 1929 l'auteur a pu obtenir, dans la deuxième quinzaine du mois d'octobre, des glomérules normaux et parfaitement mûrs d'individus provenant d'un semis fait en plein champ le 1er juillet et qui, en floraison 50 jours après la germination avaient les tiges déjà ébauchées lorsque les plantes n'avaient formé que le deuxième couple de feuilles. Ces individus présentaient des racines dont le poids était extrêmement réduit. En opposition avec le postulat communément accepté, d'après lequel la betterave forme dans une première phase son pivot charnu, et dans un second temps les tiges et les graines aux dépens de la racine, la partie aérienne, dans le cas étudié, s'est formée presque en complète indépendance de la racine, comme chez n'importe quelle plante annuelle commune. — M. **H. Bierry** : *Glycogène, réserves glucidiques, chez l'animal en inanition.* Le glycogène peut être décelé chez l'animal à l'inanition ; il disparaît, chez l'homéotherme, seulement à la période agonique, quand on constate la chute de la glycémie et de la température centrale. L'organisme animal ne pouvant utiliser, pour ses besoins physiologiques immédiats, que le glucose (et parfois le mannose) doit faire appel successivement à ses réserves glucidiques, pour maintenir le sucre dans le sang à un niveau convenable de concentration. Le foie, source de glucides, joue en outre, avec le muscle et le sang, le rôle de volant régulateur et d'entrepôt pour la matière sucrée. Le glycogène et le sucre protéidique représentent deux formes de polymérisation sous lesquelles la matière sucrée se retrouve, à plusieurs reprises, dans son cycle évolutif à travers l'organisme animal. — Mlle **G. Cousin** : *La diapause de Lucilia sericata Meig.* 1° Dans des conditions déterminées, les larves de *L. sericata* ne présente jamais de diapause. 2° Dans une même lignée, suivie pendant 5 ans (environ 60 générations), l'auteur n'a jamais observé que les « générations successives du même cycle annuel présentent une activité biologique dissemblable » (larves hétérodynames de Roubaud). 3° Ces larves et ces adultes bien que nourris de substances azotées, n'ont pas présenté de « période d'épuration réactivante obligatoire, de *cure d'élimination* » (Roubaud). 4° Par contre l'auteur a pu réaliser expérimentalement cette « activité biologique dissemblable » en déterminant chez les larves des états physiologiques spéciaux, provoqués par les conditions du milieu. Elle a obtenu de cette manière un arrêt de l'évolution larvaire qui peut durer plusieurs mois. Les larves présentent alors tous les caractères de larves en diapause, et ce n'est pas là une « pseudo-diapause » comme le pense M. Roubaud. — MM. **H. Colin** et **E. Guéguen** : *Le Sucre des Floridées.* Le principe sucré des Floridées marines, telles que *Rhodymenia palmata*, est un composé du galactose et n'a rien de commun avec le tréhalose, comme on l'admettait généralement. — M. **M. Javillier** et Mlle **L. Emerique** : *Sur l'activité vitaminique du carotène.* 1° Le carotène brut expérimenté, issu des feuilles d'épinard a la propriété physiologique de la vitamine A. 2° Son activité est manifeste à des doses déjà très petites (moins de 1/100 de milligrame). 3° Très anciennement préparé, ce carotène a conservé une haute activité. Les expériences des auteurs ne touchent en rien à la question de savoir si le carotène est actif par lui-même ou par quelque substance adsorbée. — MM. **A. Leulier** et **L. Revol** : *Sur la répartition du cholestérol et de ses éthers dans les capsules surrénales.* La médullo-surrénale peut renfermer autant et plus de cholestérol que la cortico-surrénale, et ceci est très net en ce qui concerne le mouton et le bœuf. Par contre, chez le Cheval, la corticale se révèle ordinairement plus riche que la médullaire. Cependant il ne s'agit pas de cholestérol libre, mais d'éthers de cette substance,

comme le démontre la méthode de la digitonine. Chez ce même animal, le taux de cholestérol total est élevé dans les deux zones, mais le taux de cholestérol libre est identique à celui que l'on trouve chez le mouton et le bœuf, où ces organes sont très pauvres en produit éthérifié. — M. **J. Nicolas** : *Epithelioma de Röntgen ulcéré guéri par la diathermo-coagulation.* L'auteur lui-même radiologiste de la première heure, a été atteint, au doigt d'un épithelioma de Röntgen ulcéré. Il en est, aujourd'hui complètement guéri grâce à une intervention très simple, qui consiste en la carbonisation du cancer.

Séance du 17 Mars 1930.

1° Sciences mathématiques. — M. **Vladimir Bernstein** : *Rectification au sujet des séries de Dirichlet.* L'auteur demande que sa Note intitulée : *Sur les fonctions entières et les séries de Dirichlet*, parue dans les *Comptes rendus du* 17 février 1930, soit considérée comme non avenue ; cette Note ayant été transmise par erreur à l'Académie.

2° Sciences physiques. — M. **Baule** : *Méthode de navigation basée sur le tracé automatique de la route.* — M. **V. Schaffers** : *La mise à la terre des paratonnerres.* — M. **Maurice Lambrey** : *Les deux états normaux de la molécule* NO. — Mlle **Jacqueline Zadoc Kahn** : *Biréfringence magnétique du paraazoxyanisol à des températures supérieures au point de disparition de l'état mésomorphe.* — M. **A. Blanc** : *Sur le phénomène photoélectrique des solutions de ferrocyanure de potassium.* — MM. **Adolphe Lepape** et **Marcel Geslin** : *Sur la radioactivité acquise par les matériaux exposés à l'action des agents atmosphériques.* — M. **Jean Savard** : *Sur le spectre d'absorption ultra-violette de la vapeur d'aniline.* — M. **Al. Yakimach** : *Complexes du cyanure de manganèse quadrivalent.* — MM. **Lespieau** et **Deluchat** : *Paradivinylbenzène et paradiacétylénylbenzène.* — MM. **Georges Brus** et **G. Peyresblanques** : *Sur la fixation de l'ozone par les liaisons benzéniques et les liaisons acétyléniques.* — M. **Raymond Chevalier** : *Aimentation permanente de laves d'Islande et de Jan Mayen.*

3° Sciences naturelles. — M. **Schribaux** : *Les facteurs de la valeur boulangère du blé.* A quelles circonstances attribuer les variations si larges observées dans la valeur boulangère des blés ? L'auteur envisage l'influence de la variété, du climat, et de la méthode de culture. Des dosages d'azote (on sait que la teneur d'un blé en azote est liée étroitement à sa teneur en gluten et, par conséquent à sa valeur boulangère) ont montré que : 1° L'influence de la variété prime nettement celle des autres facteurs. 2° Après la variété, le climat est le facteur dont l'action est la plus marquée. 3° Si la méthode de culture, l'application de fumures azotées en particulier, permettent à l'agriculture d'agir très efficacement sur la *quantité* de la récolte, leur influence sur la *qualité* est à peu près nulle. De ces recherches ressort le fait important que le sélectionneur tient entre ses mains la solution du problème de la valeur boulangère des blés français. — Mlle **Simone Mouchet** : *Mode de formation des spermatophores chez quelques Pagures.* L'étude des six Pagures que l'on trouve communément à Roscoff montre que la morphologie du canal déférent varie suivant les espèces. Aux différences anatomiques sont liées des différences dans la forme des spermatophores ; à un canal de structure compliquée correspond généralement un spermatopoore hautement différencié. Contrairement à ce qu'on pourrait croire, il n'y a aucune relation entre la complexité de structure du canal et le mode de formation des ampoules de spermatophores aux dépens de la colonnne spermatique : le canal de *Diogenes pugilator* qui est le plus complexe est le siège du processus le plus primitif. Chez tous les Pagures, c'est au point de changement de courbures des deux hélices ou spirales consécutives que se produit, dans le flux continu du sperme, une fragmentation soit en arceaux, soit en tronçons rectilignes successifs, le deuxième mode découlant d'ailleurs du premier. — MM. **R. Fosse, A. Brunel** et **P. de Graeve** : *Dosage de l'acide urique, basé sur l'urée produite par fermentation et hydrolyse.* Les transformations totales, précédemment réalisées par les auteurs : de l'acide urique en allantoïne par l'uricase, de l'allantoïne en acide allantoïque par l'allantoïnase, de l'acide allantoïque en urée par hydrolyse, précédée de la destruction de l'urée ambiante par l'uréase s'unissent pour poser le principe d'une méthode de dosage spécifique de l'acide urique, à l'état d'urée, même en présence d'urée. Afin de rendre la méthode aisément applicable aux milieux biologiques les auteurs ont cherché et réussi à supprimer l'agitation mécanique à l'étuve, à provoquer simultanément les trois fermentations et à trouver enfin un extrait actif (rein de bœuf), détruisant l'acide urique en présence de l'urine. — MM. **Fernand Caujolle** : *Influence des amines grasses et de leurs chlorhydrates sur l'activité amylolytique de la salive et de la pancréatine.* 1° Les amines grasses exercent, sur l'activité amylolytique de la salive humaine et la solution glycérinée de pancréatine officinale, une influence inhibitrice qui, à concentration égale, diminue lorsque le poids moléculaire de l'amine augmente. 2° Les chlorhydrates d'amines grasses possèdent, sur l'activité amylolytique de la salive humaine et de la solution glycérinée de pancréatine officinale, une influence activatrice qui, à concentration égale, diminue lorsque le poids moléculaire de l'amine correspondant augmente. 3° Les amines ne détruisent pas les amylases salivaires et pancréatique car, après saturation de la base par de l'acide chlorhydrique dilué, le milieu fermentaire recouvre son activité, exaltée même par la présence du chlorhydrate formé. — M. **S. Winogradsky** : *Sur la synthèse de l'ammoniac par les* Azobacter *du sol.* La synthèse de l'ammoniac par les *Azobacter* du sol paraît établie par les observations de l'auteur.

Le Gérant : Gaston Doin.

Sté Gle d'Imp. et d'Edit., 1, rue de la Bertauche, Sens.— 6-30